L. V. KANTOROVITCH

LA ASIGNACION OPTIMA DE LOS RECURSOS ECONOMICOS

ARIEL

LA ASIGNACION OPTIMA DE LOS RECURSOS ECONOMICOS

LA ASIGNACION OPTIMA DE LOS RECURSOS ECONOMICOS

por

L. V. KANTOROVICH

Prólogo de

J. L. SUREDA

Catedrático de Economía Política y Hacienda Pública
de la Universidad de Barcelona

Universidad Nacional
Biblioteca
Heredia, Costa Rica

EDICIONES ARIEL
Esplugues de Llobregat
Barcelona

658.151

Título original de la obra:
Ekonomicheskii raschet nailuschego ispolsovaniya resursov

Traducción al castellano

por

J. M. Bricall
Ex Profesor de Economía Política
de la Universidad de Barcelona

J. Grifoll
Ex Profesor de Teoría Económica
de la Universidad de Barcelona

A. Saurí
Ex Profesor de Economía Política
de la Universidad de Barcelona

658.151
K16a

Universidad Nacional
Biblioteca
Heredia, Costa Rica

79-6947
26 SET. 1979

© 1968, de la traducción al castellano para España y América:
Ediciones Ariel, S. A. Barcelona. España

Dep. legal: B. 18.232 - 1968

Impreso en España

1968. - Ariel, S. A. - Avda. J. Antonio, 108. Esplugues de Llobregat - Barcelona

DEPOSITADO EN

PRÓLOGO A LA EDICIÓN CASTELLANA

El matemático L. V. Kantorovich ha adquirido singular relieve en materia de aplicación de las matemáticas a los problemas de la planificación económica. Los resultados de sus investigaciones de varios años fueron presentados en 1959 en este libro que ahora se ofrece en versión castellana y que ha sido vertido precedentemente al francés (1963) y al inglés (1965) Se trata de un libro dirigido a los economistas más que a los matemáticos. Kantorovich analiza en él la solución de diferentes problemas de planificación en el marco de una empresa, de un grupo de empresas, de una región económica o de un sector. Entre estos problemas figuran el de la asignación de programas y de recursos productivos, el de la elección del procedimiento productivo (técnica, organización, utilización racional de factores limitados, incluido el equipo) y el de la elección más eficaz de las inversiones para la ampliación de la capacidad de producción. Aborda, por tanto, problemas básicos en la tarea de construir un plan óptimo de producción y en el estudio de los índices económicos de ese plan óptimo.

Kantorovich ha sido uno de los primeros en advertir que los problemas de planificación afrontados en su libro poseen unas estructuras matemáticas bien definidas, fundamentalmente la propia de los problemas matemáticos de *extremum,* y que esos problemas son susceptibles de resolución numérica práctica a pesar del volumen y complejidad de los cálculos en ciertos casos. Las técnicas matemáticas utilizadas en el libro son descritas por Kantorovich como aplicaciones concretas del método general de los multiplicadores de resolución que había expuesto en un estudio anterior sobre los métodos matemáticos en la organización y planificación de la producción. Este estudio, publicado en 1939 y cuya versión inglesa apareció en 1960 en *Management Science,* popularizó a Kantorovich entre los matemáticos y economistas occidentales, quienes descubrieron allí la primera formulación de las técnicas de resolución de los problemas llamados de programación lineal. Dantzig, que ha sido un pionero, junto con Koopmans, en el desarrollo de este tipo de análisis en Estados Unidos, principalmente a partir de 1947, ha escrito que de haberse conocido el trabajo de Kantorovich es posible que la programación lineal estaría hoy más avanzada.

La técnica de Kantorovich, aunque presenta varios puntos comunes con el método del simplex desarrollado por Dantzig independientemente, difiere del mismo en el uso de los multiplicadores de resolución y requiere, en muchos casos, un volumen menor de cálculos.

Las investigaciones de Kantorovich han contribuido a promover el debate de los economistas soviéticos sobre la aplicación de las matemáticas a la economía y a la planificación. El debate ha adquirido un auge excepcional en la presente década, principalmente a partir de la primera conferencia sobre el tema reunida por la Academia de Ciencias en 1960. La insistencia de Kantorovich, y de otros matemáticos y economistas, en que los problemas económicos, por su propia naturaleza, proporcionan un natural e importante campo de aplicación a los métodos matemáticos, tropezaba con la fuerte prevención frente al uso de las matemáticas de que los economistas marxistas han estado imbuidos durante largo tiempo. Diríase que el uso de los métodos matemáticos en la ciencia económica del capitalismo había conducido a los economistas marxistas a rechazar tanto las conclusiones del análisis económico capitalista como el uso mismo de las matemáticas en economía. Kantorovich señala la irracionalidad de esta actitud.

El problema del recelo frente al uso de las matemáticas en economía se enlazaba también con la insuficiente profundización metodológica en la teoría económica de Marx. Godelier, cuyas aportaciones en este campo son de notable interés, insiste en que esta teoría económica desemboca necesariamente en la constitución de modelos matemáticos, hace posible el cálculo matemático en el marco de las estructuras y categorías económicas definidas como terreno propio del análisis. La cuestión no aparece dudosa a los economistas occidentales — Klein, Adelman, Steindl, por dejar de lado a Joan Robinson, Sweezy o Bettelheim — que se han aplicado, más o menos directamente, a formalizar los modelos del análisis marxista. Kantorovich subraya que los precedentes de aplicación de las matemáticas en la construcción de modelos inadecuados, por hacer abstracción de factores importantes para el análisis, no debe ser obstáculo para la aplicación metódica de los medios matemáticos en la ciencia económica marxista. Es curioso que, como L. Althusser ha hecho notar a Godelier, Lafargue haya hablado varias veces del manual de cálculo diferencial e integral redactado por Marx en los últimos años de su vida.

Al juzgar el valor de los modelos y de los métodos matemáticos desde la perspectiva de la práctica de la planificación, hay que tener presente que el progreso de esta práctica ha ido ligado al perfeccionamiento de la contabilidad y de la estadística a escala de la economía nacional. Igual que el cálculo y la contabilidad de las empresas son instrumentos metodológicos indispensables de la racionalidad económico-privada, el cálculo y la contabilidad a escala social constituyen instrumentos específicos de la racionalidad económico-social. La introducción del método de los balances,

Universidad Nacional Biblioteca Costa Rica

integradores del conjunto de la economía, en la práctica de la planificación socialista, según Lange constituyó una gran etapa en el proceso histórico de desarrollo de las formas de racionalidad económica, tan significativa como pudo serlo en su momento la introducción de la contabilidad por partida doble y el balance en las empresas privadas. El método de los balances permite conocer y medir las conexiones y dependencias de una rama respecto de otra y las tareas concretas de cada una pueden fijarse de manera que se respeten las proporciones necesarias al desarrollo armónico de la economía nacional, que son, fundamentalmente, aquellas proporciones que caracterizan la estructura material de la producción.[1] No puede sorprender, por tanto, que el debate sobre la aplicación de las matemáticas en economía aparezca confundido con las discusiones relativas al perfeccionamiento de esta metodología concreta de la planificación, fundamental en la solución "centralista" de tipo soviético.

Hay otro aspecto que da particular valor al libro que ahora se ofrece en versión castellana. La obra de Kantorovich se inserta de lleno en el marco de los debates recientes de las economías socialistas sobre el perfeccionamiento de la gestión económica. Todos aquellos que se preocupan por adquirir un conocimiento objetivo del alcance y significado de tales debates estudiarán con provecho las originales aportaciones de Kantorovich. Para caracterizarlas se ha insistido en que representan el redescubrimiento de la ley de nivelación de las productividades marginales ponderadas como condición del óptimo de producción. Esta analogía, establecida a partir del uso de herramientas matemáticas comunes, puede inducir a conclusiones erróneas respecto al significado de las propuestas de Kantorovich. Históricamente, el marginalismo se presentó como una reconstrucción radical de la ciencia económica que hacía tabla rasa de las hipótesis de los economistas clásicos y marxistas. Los marginalistas creían edificar una teoría del valor, explicándolo en función exclusiva de la naturaleza de las preferencias de los consumidores, cuando en realidad estaban explicando un aspecto de la formación de los precios. Kantorovich, por su parte, desarrolla una teoría de la formación de los precios sobre la base de la teoría marxista del valor y no una explicación alternativa de la formación del valor.

1. La base teórica del método de los balances viene dada por el esquema del proceso social de producción y distribución. Es bien conocido que el primer ensayo de un esquema general de la reproducción social es el famoso *Tableau économique* de F. Quesnay (1758). Algo más de cien años después (1863), Marx, que tenía en alto aprecio la idea de Quesnay, elaboró su diagrama de la reproducción simple y, más tarde, lo desarrolló en detalle bajo forma ecuacional y lo completó con un esquema de la reproducción ampliada en el libro II de *El Capital*. Lo fundamental en la tabla económica de Marx es que el proceso de formación del producto social y de la renta nacional se analiza desde un doble punto de vista, el de la compensación de los gastos de la producción social y la creación de nuevos valores (análisis en valor), y el de la estructura material de la producción (análisis en especie).

Las abstractas polémicas del último tercio del siglo pasado sobre este último punto tienen poco en común con el carácter eminentemente práctico y concreto de las investigaciones de Kantorovich. El lector apreciará que se hallan éstas centradas en los problemas de la gestión óptima de los recursos, a nivel microeconómico y a nivel macroeconómico, de acuerdo con los objetivos de producción y de consumo finales retenidos por los planificadores. Las valoraciones objetivamente determinadas de Kantorovich, comprendida la propuesta de computar entre los costes la valoración en renta del equipo, representan la formulación de un sistema de índices que serviría de base para el cálculo de la eficacia de las inversiones, para que el plan pueda adaptarse fácilmente a las modificaciones de los datos que tengan lugar en curso de realización y para que las decisiones adoptadas al nivel de las unidades de producción aseguren la más eficaz realización del mismo.

En este último aspecto, las propuestas de Kantorovich son una tentativa de perfeccionar la técnica del llamado cálculo económico mediante un mecanismo flexible de relación entre las decisiones centralizadas y las decisiones descentralizadas. La técnica del cálculo económico ha sido siempre fundamental en la práctica soviética de la planificación que, en el nivel actual de desarrollo de las fuerzas productivas, continúa dotando de independencia económica operativa, dentro de los límites del plan, a las distintas unidades de producción. Esto se expresa, a veces, diciendo que uno de los instrumentos de la dirección planificada es la autogestión financiera. Los dirigentes de las unidades de producción están llamados a adoptar las decisiones corrientes necesarias para la realización del plan. Cada unidad de producción posee su contabilidad y su balance financiero propio y la eficacia de su gestión puede juzgarse tanto por el grado de realización de los objetivos cuantitativos y cualitativos del plan (índices en especie) como por las condiciones económicas de esa realización (costes de producción, rentabilidad). En esto consiste la técnica del cálculo económico que puede desempeñar la doble función de técnica de control de la realización del plan y de técnica de estímulo para que las unidades de producción tengan interés en seguir el plan óptimo y en elegir las soluciones económicas más satisfactorias desde el punto de vista del plan.

Las valoraciones objetivamente determinadas constituyen para Kantorovich un instrumento adecuado del cálculo económico. Su utilización exige introducir cambios en el sistema de los balances, de la financiación y de los índices que caracterizan la eficacia de la gestión de las unidades de producción. Los índices de eficacia de la gestión deberían elaborarse a partir de la valoración de la producción neta y de la rentabilidad fijada por el plan, computando entre los costes el valor en renta del equipo, sobre la base de un sistema de precios de los medios de producción que se corresponda con las valoraciones objetivamente determinadas. El sistema de los

precios planificados no coincide necesariamente con las relaciones reales de los costes, ya que el planificador se sirve de los precios como instrumento de redistribución de la renta social neta y como estimulante económico, por ejemplo, alentando el empleo del equipo y las materias primas mediante la subestimación de sus precios. Estas dos funciones distorsionan el papel de los precios como instrumento contable de medida de los costes. Las propuestas de Kantorovich entrañan una revisión de aquellos instrumentos de la práctica planificadora en cuanto propugna la reforma de los precios de los medios de producción para que registren costes que considera necesario computar y que actualmente no aparecen computados. La reforma supondría una elevación relativa de los precios de los productos que exigen un equipo especializado importante y de los costes de producción de las industrias consumidoras de estos productos.[2]

En definitiva, la obra de Kantorovich no pone en juego el principio mismo de la solución "centralista" del problema de la planificación, sino que propone la reforma de sus instrumentos, tendiendo a simplificar las tareas administrativas de los organismos centrales mediante el perfeccionamiento de la técnica del cálculo económico. En este sentido se inserta de lleno en la dirección de otras recientes propuestas de reforma de los economistas soviéticos, algunas de las cuales se han hecho populares en Occidente por proponer la utilización del beneficio como índice para medir la eficacia de la gestión de las unidades de producción. Una vez más es obligado precaver contra falsas analogías. Hace más de treinta años, el profesor Pigou, con el rigor taxonómico propio de los economistas de tradición ortodoxa, ya previno que si se quieren evitar implicaciones que conducen a error no deben tomarse como sinónimos la ausencia del hecho del beneficio y la ausencia del beneficio como incentivo. Abolir el hecho del beneficio es abolir una especie particular de ganancia monetaria obtenida en una forma particular; Pigou concluye que es correcto decir que sustituir el capitalismo por el socialismo elimina el hecho del beneficio, pero es incorrecto decir que elimina el beneficio como motivo o incentivo de la ganancia monetaria personal ya que el socialismo puede o no reducir el margen en que la conducta personal se halla gobernada por el deseo de la ganancia personal en forma pecuniaria. La distinción verdadera debe establecerse entre apropiación capitalista y apropiación social del producto suplementario, entre asignación de los recursos guiada por el beneficio y asignación planificada según las necesidades sociales a satisfacer.

2. En último término, incidiría en los costes de producción de los bienes de consumo, pero sus precios de venta no tendrían que ser elevados proporcionalmente. Un elemento importante de estos precios es el impuesto de circulación, instrumento de redistribución de la renta, cuya cuantía puede reajustarse, ya que el menor rendimiento del mismo quedaría compensado por nuevas formas de ingresos presupuestarios (valor en renta del equipo, etc.).

Sólo me resta advertir al lector que la versión de la obra de Kantorovich llevada a cabo por los profesores Bricall, Grifoll y Saurí cumple con las más altas exigencias en orden a rigor y elegancia.

JOSÉ L. SUREDA

PRÓLOGO A LA EDICIÓN ORIGINAL

Por V. S. NEMCHINOV
Miembro de la Academia de Ciencias de la U. R. S. S.

En el curso de los últimos años han aparecido en el extranjero gran número de trabajos relativos a la aplicación práctica de unos métodos de cálculo que forman una nueva rama de las matemáticas aplicadas, conocida actualmente bajo el nombre de "programación lineal". Su campo de acción fundamental lo constituyen los problemas referentes a la elección de variantes que aseguren la mejor utilización de un conjunto dado de factores relacionados entre sí.

Los métodos de la programación lineal pueden utilizarse para la resolución de los problemas prácticos más diversos, agrupados bajo una misma formulación matemática.

En las condiciones del capitalismo, estos métodos se han empleado en vistas a la mejor utilización de los recursos (materias, equipo, locales industriales, medios de transporte, inversiones, etc.) a fin de conseguir los beneficios más elevados. Se utilizan principalmente en la planificación interna de la empresa. Sin embargo, la esfera de la aplicación de los métodos de la programación lineal no se ha limitado al cuadro de la producción: numerosos servicios en los EE. UU. (Oficina Nacional de los Estándares, Oficina del Presupuesto, Oficina de las Estadísticas del Trabajo, etc.) tienen también un gran interés en ese campo de la investigación económica y matemática, estimulan la puesta al día de nuevos métodos y los utilizan ampliamente en su actividad.

En una economía socialista, los métodos de análisis cuantitativo y la resolución de esta clase de problemas revisten una significación incomparablemente más importante. El establecimiento de planes de la economía nacional que abarcan una cantidad enorme de unidades económicas y de factores de producción relacionados entre sí e interdependientes y la armonización de estos planes entre sí, no solamente en el espacio, sino también en el tiempo, a fin de conseguir el efecto económico y técnico más elevado (en un momento dado y en el futuro), es un problema grandioso. Dado el grado de desarrollo de la economía y el carácter extraordinariamente complejo de sus relaciones internas, el problema de la búsqueda del mejor sistema de soluciones de planificación sería casi insuperable sin el perfeccionamiento radical de los métodos cuantitativos de cálculo eco-

nómico y el empleo de nuevas técnicas de cálculo. La aplicación de los métodos matemáticos modernos de organización y planificación de la producción proporciona una solución real y particularmente eficaz a estos problemas No es, pues, consecuencia del azar el que la programación lineal haya nacido precisamente en la Unión Soviética como disciplina científica autónoma. En este campo se obtuvieron resultados importantes en 1938-39, debidos al autor de este libro, L. V. Kantorovich y publicados en numerosos trabajos a partir de 1939.[1] El primero de éstos contiene adelantos fundamentales y determinó el contenido y futuro desarrollo de esta disciplina: examina tipos de problemas de máximos y mínimos nuevos en las matemáticas; desarrolla un método universal para su solución (método de los multiplicadores), así como diversos algoritmos utilizados en el cálculo; indica los campos más importantes de los problemas técnico-económicos en que estos métodos se emplean más útilmente; y finalmente pone de relieve la importancia económica de los indicadores resultantes de un análisis de los problemas utilizando este método, los cuales son esenciales para una economía socialista.

Hay que señalar que en 1948-50, independientemente de los trabajos mencionados, se inicia en los EE. UU. una gran serie de investigaciones sobre la programación lineal (de ella se deriva la propia denominación de "programación lineal"). Matemáticos y economistas americanos (Koopmans, Dantzig, Tucker, Charnes, Dorfman y muchos otros) han realizado investigaciones teóricas, señalando los principales campos de aplicación práctica de la programación lineal en una economía capitalista, estableciendo sus relaciones con la teoría de los juegos y elaborando diversos métodos numéricos de resolución. En particular G. Dantzig elaboró el "método del simplex", suficientemente universal y que es el utilizado con más frecuencia.[2] Actualmente en el extranjero la programación lineal se aplica para la resolución de los problemas técnico-económicos más diversos. La literatura relativa al respecto cuenta con varios centenares de títulos.

Así, la mayor parte de los resultados de los trabajos de L. V. Kantorovich (que han permanecido largo tiempo poco conocidos en el extranjero) han sido "descubiertos" de nuevo en los trabajos americanos de 1949-56. La prioridad de la ciencia soviética en la elaboración en las tesis fundamentales de esta disciplina ha sido reconocida por los mismos autores americanos.[3]

---

1. L. V. KANTOROVICH, "Métodos matemáticos de organización y planificación de la producción", ediciones de la Universidad de Leningrado, 1939 (*Mathematicheskiye metody organizatsiyi i planirovaniya proizvodstva*).

2. Para la comparación del método de Dantzig con el del autor, cf. apéndice II p. 284.

3. Cf., por ejemplo, el libro de T. S. KOOPMANS, *Three Essays on the state of economic science*, Mc Graw Hill, Nueva York, 1957.

Casi al mismo tiempo que la programación lineal, se ha perfilado otra dirección en la aplicación de los métodos matemáticos en la economía: el análisis del equilibrio entre el consumo y la producción (*Input-output analysis*). El instrumento principal de este análisis es la matriz de las relaciones intersectoriales elaborada por W. Leontief para la economía de los EE. UU.[4] En la literatura económica soviética se señala que este método de W. Leontief está influido por la concepción económica soviética de los años 20, y en particular por el primer balance de la economía nacional de la U.R.S.S. de los años 1923-24. W. Leontief, que terminó sus estudios en la Universidad de Leningrado en estos mismos años, tuvo conocimiento del mismo. El modelo de W. Leontief es un caso particular de los problemas de la programación lineal. El análisis *input-output* puede aplicarse a algunos problemas no relacionados con la búsqueda de soluciones extremas (análisis del equilibrio de la producción y del consumo, estudio de la estructura de los gastos, establecimiento de las relaciones intersectoriales e interregionales, etc.).

* * *

En el libro del miembro de la Academia de Ciencias de la U.R.S.S., L. V. Kantorovich presentado al lector, los métodos de programación lineal encuentran un nuevo desarrollo y se aplican a un nuevo campo: el cálculo de la planificación económica. Este estudio incluye numerosos elementos que aproximan los problemas que examina a las condiciones concretas de la economía.

En las condiciones de la producción socialista los métodos de la planificación lineal pueden tener una gran utilidad. Constituyen los medios básicos para el análisis y la resolución adecuada de los problemas que surgen cuando cuestiones económicas separadas se reúnen en una formulación matemática y esquemática. Estos métodos se han experimentado en sectores aislados de la economía.

La demostración e ilustración de la posibilidad de su aplicación práctica para la resolución de problemas específicos técnico-económicos y de planificación, constituyen la parte más valiosa y esencial del libro de L. V. Kantorovich.

Este libro no se dirige a los matemáticos profesionales; por este motivo la parte puramente matemática se ha separado del cuerpo de la exposición. El autor expone gradualmente las ideas y conceptos básicos relativos al instrumento de análisis cuantitativo de los problemas económicos que presenta. Mediante el examen de problemas particulares el autor ex-

4. W. W. LEONTIEF, *The structure of the american economy*, 1919-1939. *An empirical application of equilibrium analysis*, Oxford Univ. Press, Nueva York, 1951. La Universidad de Harvard publicó en 1941 una primera edición de este trabajo, con los resultados para 1919 y 1929 solamente.

plica los principales métodos de cálculo, mientras que la exposición sistemática y los principios matemáticos se dan en los anexos.

El autor conduce el análisis a partir de ejemplos convincentes y simplificados con la finalidad de aclarar los aspectos fundamentales del camino seguido y de las ideas dominantes. El análisis de cada ejemplo se completa por la formulación de algunas proposiciones generales (conclusiones) cuya significación en las condiciones económicas concretas se precisa. El análisis matemático de cada problema concreto revela las evaluaciones de las materias, del equipo y de otros factores de producción, objetivamente determinadas por los datos mismos del problema. Las evaluaciones objetivamente determinadas son elementos muy importantes para la resolución de los problemas concretos parciales: representan los índices económicos específicos que caracterizan el problema planteado.

El método de las evaluaciones objetivamente determinadas (multiplicadores de resolución) presentado por L. V. Kantorovich se ha elaborado para el caso en que algunos de los recursos utilizados sean escasos. En este trabajo el autor amplía el concepto de recurso escaso extendiéndolo a todos los recursos disponibles en cantidad limitada, sean ya íntegramente explotados, o estén en déficit temporal. En el sistema propuesto los recursos en déficit tienen una evaluación elevada y los recursos superabundantes una evaluación nula.

El sistema de cálculos económicos que utiliza las evaluaciones objetivamente determinadas permite, sobre la base de la evaluación del déficit y de la limitación de los factores de producción, dar la variante de explotación que asegura, para las disponibilidades dadas de estos factores, la máxima realización de los programas (satisfaciendo la proporción establecida entre los productos). Es ahí en donde reside el interés principal de los trabajos de Kantorovich.

Sin embargo, el autor da a sus evaluaciones una interpretación demasiado amplia y concede a su sistema de cálculos un alcance que no puede tener. Él ve en las evaluaciones equivalentes universales para la sustitución de unos recursos por otros. De la condición de que la evaluación de la producción obtenida con los recursos dados es igual a la suma de las evaluaciones de los recursos utilizados, el autor considera las evaluaciones de las diversas clases de producciones, como equivalentes para la sustitución de algunos productos por otros. No solamente atribuye a estas equivalencias un valor general, sino que confiere también a las evaluaciones objetivamente determinadas de los factores de producción utilizados todos los atributos de un gasto, debiendo ser incluidos en los costes de producción. No podemos compartir este punto de vista.

Conviene subrayar que las evaluaciones objetivamente determinadas no pueden jugar más que un papel auxiliar de evaluaciones de los recursos deficitarios o limitados. Pueden utilizarse satisfactoriamente tan sólo para la resolución de problemas parciales, perfectamente definidos,

relativos a la asignación racional de los factores de producción en condiciones concretas dadas.

Las evaluaciones objetivamente determinadas *se establecen para la asignación de recursos*. No pueden ser consideradas como criterios de producción y, en ningún caso, asimilarse a costes. El autor tiene razón cuando afirma que se puede calcular la renta del equipo (evaluación locativa), aunque no se perciba directamente (p. 83-85). Pero no tiene razón cuando considera las evaluaciones objetivamente determinadas como elementos de coste. Representan tan sólo criterios de déficit o de limitación, calculados para una clase dada de equipo en vistas a obtener un mejor reparto de un programa de producción, que debe tener en cuenta el factor de limitación temporal de los recursos existentes.

Los recursos existentes, evidentemente, caracterizan las condiciones de trabajo, pero estas condiciones no pueden considerarse en el mismo plano que los gastos de trabajo. La ignorancia de este hecho conduce al autor a incluir entre los costes no solamente el *gasto* de medios de producción, sino también su simple posesión. En la formulación matemática del problema, L. V. Kantorovich introduce el coste de los factores que aumentan la productividad de la mano de obra (diferentes clases de equipo, recursos naturales, etc.) como si fueran de la misma naturaleza que los costes de trabajo y los costes en medios de producción (p. 244, 258-259). Esto conduce prácticamente al autor a comparar las "pérdidas de evaluación locativa" (gastos convencionales) con los gastos reales de mantenimiento (p. 87). No se puede estar de acuerdo con esta clase de comparación.

La introducción de evaluaciones (multiplicadores) que caracterizan el déficit y la limitación de los factores, permite solamente resolver los problemas relativos a la elección más racional y eficaz del modo de utilización de los recursos existentes.

El autor aspira a la universalidad del método de cálculo económico fundado en las evaluaciones objetivamente determinadas que él propone, lo que le conduce a numerosas conclusiones inconsecuentes y erróneas. Por una parte, menciona que no conviene relacionar directamente las evaluaciones objetivamente determinadas con las tarifas de energía eléctrica (p. 67-68), la escala de los salarios (p. 73), los precios (p. 130) y, por otra parte, todos sus ejemplos tienden a mostrar que el sistema de evaluaciones actualmente en vigor (precio, tarifas) lleva a menudo a falsas conclusiones y que sólo las evaluaciones objetivamente determinadas dan una "armonía completa" (p. 22, 42, 129). Opone las evaluaciones objetivamente determinadas, que reflejan tan sólo situaciones locales, a las evaluaciones que abarcan el conjunto de la economía nacional y que el autor califica de "*a priori*" (p. 22, 42), no admitiendo su validez (en los problemas locales) o asignándoles un papel secundario (p. 213). Si los precios corrientes se asimilaran a las evaluaciones objetivamente determinadas se separarían,

en general, como subraya el autor (p. 195), de los gastos necesarios de trabajo.

La noción de plan óptimo de L. V. Kantorovich es totalmente arbitraria. Para él es plan óptimo tan sólo aquel plan para el cual las evaluaciones objetivamente determinadas de un mismo bien, considerado como producto, o considerado como factor, se corresponden. La existencia de evaluaciones objetivamente determinadas es la condición fundamental de la optimalidad de un plan (p. 202). El autor piensa que los otros criterios de eficacia y de optimalidad del plan son de poca importancia. En particular, da al índice del crecimiento de la productividad del trabajo un lugar totalmente insuficiente en el análisis económico. Pasa por alto un elemento tan importante como es la relación óptima entre el consumo y el ahorro. El mismo plan se interpreta de una manera estrecha como una elección de "cifras" (p. 238, anexo matemático).

Evidentemente, no se puede estar de acuerdo con estos puntos de vista, que deben rechazarse. El autor concede un carácter universal, que en todo caso le es impropio, a un método de cálculo económico muy útil en una esfera limitada. Sus evaluaciones objetivamente determinadas no son más que criterios que permiten una evaluación numérica de las limitaciones impuestas a la producción, de la escasez de los recursos, del grado de empleo del equipo y de las tensiones en los programas. Estas evaluaciones no caracterizan otra cosa. Pero ello no disminuye un ápice su valor en un campo específico. Tales evaluaciones permiten, por ejemplo, definir numéricamente la renta diferencial del suelo. La evaluación locativa del equipo, en el fondo, es una evaluación original de la renta. El carácter de renta de las evaluaciones locativas es subrayado por el propio autor (nota al pie de la p. 84).

Sin embargo, las evaluaciones objetivamente determinadas sólo tienen valor para la resolución de los problemas en los que el reparto o la redistribución de los medios juega un papel destacado. Estos criterios son particularmente importantes cuando es preciso tener en cuenta, según las condiciones mismas del problema, los déficits y la limitación de los recursos. Pero éstos no constituyen *costes indirectos* como interpreta el autor (p. 206-207), sino solamente elementos permanentes del cálculo económico, de un tipo particular, que tienen en cuenta la limitación de recursos. Dichas evaluaciones no pueden caracterizar, como el autor afirma, los costes reales, y mucho menos los costes globales de la economía nacional (p. 95, 220). Ello se debe a que las evaluaciones objetivamente determinadas de los productos y de los recursos sobreabundantes son nulas (p. 98, 236) y a que la rentabilidad total del plan es igualmente nula (p. 118). Sólo pueden tenerse en cuenta las diferencias entre las evaluaciones y el valor social de las cosas cuando el trabajo se ejerce en las peores condiciones (por ejemplo, en tierras pobres), lo que ocurre tan sólo en algunos casos totalmente particulares.

La renta diferencial de la tierra no debe considerarse como parte del coste social de trabajo (p. 191), puesto que las condiciones de aplicación del trabajo no crean valor. La renta no es más que una parte del sobreproducto creado por el gasto de trabajo socialmente necesario. Sólo puede ser aislada en el proceso de distribución de la renta y, en este caso, el método de cálculo económico fundado en las evaluaciones objetivamente determinadas puede revelarse útil para la definición de la misma, en tanto que parte separada del sobreproducto.

Solamente cuando la verdadera naturaleza de las evaluaciones objetivamente determinadas sea bien comprendida, y una vez rechazadas las pretensiones del autor en cuanto a la universalidad de su método, podrá éste aplicarse de manera fructífera. El autor habrá prestado un gran servicio autorizando la publicación de su trabajo, a pesar de lo erróneo de numerosas proposiciones y del carácter discutible de algunas conclusiones.

Si bien la aplicación de los métodos y las evaluaciones objetivamente determinadas de L. V. Kantorovich no da lugar a serias críticas respecto a la resolución de los problemas parciales de planificación económica, su extensión a la búsqueda del plan de conjunto de la economía nacional es discutible y a todas luces insuficientemente elaborado.

Evidentemente la estructura de un plan óptimo constituye un problema de máximos y mínimos que admite una formulación y una solución matemáticas con la reserva, sin embargo, del establecimiento de hipótesis y formulaciones económicas precisas. En realidad, incluso los economistas matemáticos burgueses representados por la escuela matemática pura (llamada de Lausanne) y su versión modificada angloamericana, buscan también el valor máximo de una cierta "función general de utilidad" o "función del bienestar". Sin embargo, esta función nada tiene que ver con el desarrollo de las fuerzas de producción y no posee ningún carácter concreto. No es menos importante que los economistas-matemáticos occidentales hayan decidido ignorar el análisis de las relaciones de causalidad, rehusado construir una teoría unitaria de los precios; el estudio de las categorías valor, que constituye el fundamento del análisis de la formación de precios, se ha sustituido por una construcción matemática formal que define las relaciones entre las manifestaciones exteriores de los fenómenos económicos, siendo la piedra angular de esta construcción la relación entre la oferta y la demanda.

L. V. Kantorovich se esfuerza en evitar tal utilización de las matemáticas. Relaciona sus evaluaciones objetivamente determinadas, no con la categoría de la demanda, sino con la teoría del valor trabajo. Se esfuerza en dar a las evaluaciones objetivamente determinadas un sentido económico real, intentando indicar un camino para obtener, por medio de ellas, el valor de todos los bienes sobre la base de la totalidad de trabajo socialmente necesario gastado en su producción, de acuerdo con la concepción marxista del valor. Sin embargo, aunque se desolidariza de las concep-

ciones de la economía capitalista, sus evaluaciones objetivamente determinadas dependen, en cierta medida, de la demanda, cuyo papel, sin embargo, no es totalmente esclarecido por el autor. L. V. Kantorovich subraya varias veces que el método de cálculo económico y las evaluaciones objetivamente determinadas que propone debían aplicarse en el cuadro de directivas predeterminadas y de la estructura impuesta en la producción, es decir, que en lo esencial definen no lo que debería producirse, sino cómo debe producirse (p. 132-133, 171). En otras palabras, estas evaluaciones no pueden regular el reparto de trabajo social entre los principales campos de la actividad económica.

Numerosas proposiciones y conclusiones de L. V. Kantorovich relacionadas con la formulación de precios merecen atención. Se ha de destacar la actualidad y la clara formulación por parte del autor del problema de la elaboración de un sistema de evaluaciones —de precios— que podrían actuar como motor de la economía y servir de medio en la búsqueda de las variantes más ventajosas de la utilización de recursos desde el punto de vista de la economía nacional. Naturalmente, el autor no nos da aquí, en su forma definitiva, las respuestas a todos los problemas teóricos a resolver antes de que pueda iniciarse el establecimiento de un plan óptimo global para la economía nacional.

Aparte del carácter discutible de varias proposiciones del autor y de su teoría incompleta, esta obra aporta una contribución apreciable a la elaboración de un método de cálculo de la planificación económica. En el futuro podrán utilizarse gran cantidad de los argumentos y elementos aportados, aunque desde otro punto de vista, para la construcción del plan global y para la resolución de problemas más limitados de la economía socialista.

PREÁMBULO DEL AUTOR

En ocasión de una consulta relativa a algunos problemas de producción, el autor escribió en 1938-39 la obra "Métodos matemáticos de organización y planificación de la producción" (Ed. de la Universidad de Leningrado, 1939). En esta obra se proponía un método de cálculo para la resolución de problemas técnico-económicos tales como la asignación más racional de trabajos a las máquinas, el corte de las materias con el mínimo de pérdidas, la distribución de cargamentos entre varios medios de transporte, etc.

Estas investigaciones se prosiguieron en 1940-41 y después en 1948-50 en el Instituto de Matemáticas de la Academia de Ciencias de la U.R.S.S. Algunos de los problemas examinados han experimentado desarrollos posteriores en trabajos especializados. Los métodos del corte racional se han introducido en algunas factorías de Leningrado. Las técnicas de cálculo se han mejorado, y se ha aumentado su precisión.

Desde el inicio de esos trabajos se percibió claramente que los métodos que se desarrollan en los mismos tienen un sentido económico simple y evidente, y pueden tener un campo de aplicaciones mucho más amplio en problemas económicos más generales y, sobre todo, en el cálculo de la planificación. Los resultados de algunas investigaciones fueron expuestos por el autor en 1942 en el Instituto de Matemáticas de la Academia de Ciencias de la U.R.S.S. (entonces en Kazán) y en 1943 en el Instituto de Economía de la Academia de Ciencias en Moscú.

Este libro presenta los resultados de dichas investigaciones, completadas con nuevos cálculos y ejemplos para tener en cuenta los hechos económicos más recientes. Contiene solamente los principios esenciales de un método de cálculo económico.

El problema central lo constituyó la elaboración de un plan óptimo de producción que asegure los mejores resultados mediante la mejor utilización de los recursos existentes y el estudio de los índices económicos de este plan.

La exposición se divide en dos partes. Por un lado, se analiza la solución óptima de algunos problemas de planificación económica (reparto de programa, medidas de eficiencia, utilización del equipo, eficacia de las inversiones) considerados en el marco de una empresa, de un grupo de empresas, de una región económica o de un sector. Se expone el camino a seguir para la resolución real de estos problemas. Por otra parte, se

señalan las conclusiones esenciales, de carácter general, que se desprenden de este análisis. Estas conclusiones se aplican a la planificación de la economía nacional y a la elección de los índices económicos fundamentales en el cuadro de la sociedad socialista. La conclusión fundamental de este análisis es que un sistema de evaluaciones de la producción, correspondientes a las condiciones concretas y definidas objetivamente por la situación general de la economía, es un instrumento eficaz de análisis económico cuando se busca la mejor utilización de los recursos. Estas evaluaciones responden a los *gastos totales* de trabajo social necesario, en el plan óptimo, para asegurar la producción de una unidad de los distintos bienes económicos. Se expone un análisis sólido, así como los métodos especiales de cálculo de dichas evaluaciones.

La ventaja de estos métodos en relación a los métodos actuales reside en el hecho de que, gracias a la integración de numerosos factores habitualmente despreciados o considerados tan sólo de manera puramente cualitativa, las soluciones elegidas de acuerdo con los resultados de estos cálculos se acercan más a los intereses de la economía nacional.

Hasta ahora el cálculo de los índices indispensables para la aplicación del método propuesto no se ha efectuado todavía, pero el autor supone que los resultados de sus trabajos pueden ser una ayuda inmediata para la resolución de numerosos problemas económicos.

No hay duda de que los métodos de la planificación óptima son aplicables y altamente eficaces en las factorías, empresas o en grupos de empresas. Estos métodos se han experimentado prácticamente. Sin embargo falta la experiencia relativa a su aplicación a la planificación óptima a escala de la economía nacional. Por consiguiente, el lugar y el valor de estos métodos no aparecen todavía de una manera bastante clara y cualquier afirmación categórica al respecto sería prematura.

Pero una cosa no puede ponerse en duda: en una sociedad socialista, en donde toda la economía está planificada sobre fundamentos científicos, el campo de aplicación de las matemáticas (en particular del principio de los extremos —máximos y mínimos—) está incomparablemente más extendido que en la sociedad capitalista.

La elaboración de un plan global de la economía nacional y el cálculo de sus índices es un problema de una gran complejidad. Por esta misma razón tiene tanta importancia la adopción de los métodos cuantitativos más precisos.

La aplicación de los métodos matemáticos en el análisis de la economía socialista plantea numerosos problemas; en efecto, conviene definir el papel y el campo de aplicación de estos métodos, precisar el sentido económico de los nuevos índices y establecer sus relaciones con las categorías económicas habituales. Como estos índices aparecen en los análisis cuantitativos objetivos de los fenómenos económicos, se han de integrar en el cuerpo de la teoría del valor trabajo.

En este libro se han realizado tentativas en este sentido, pero antes de que estos problemas reciban respuestas definitivas, serán precisas numerosas investigaciones por parte de amplios círculos de teóricos y prácticos de la economía.

Sobre este libro han aportado observaciones muy estimables el director de la edición, V. S. Nemchinov, y K. Y. Klimenko, J. Y. Lukomsk, A. L. Luri, V. V. Novoxilov, V. A. Zalgaller, A. L. Weinchtein, A. S. Konson, A. Y. Katsenelinboigen. El autor las ha tenido en cuenta en el momento de la preparación definitiva del libro, antes de su impresión.

Ha sido sustancial la ayuda aportada por G. S. Rubinstein para la redacción de los anexos I y II. L. Y. Gorkov, A. A. Korbut, Y. V. Romanovsky, L. S. Sobolev, V. N. Sokolov e Y. N. Sokolova han participado en la verificación de los ejemplos del texto, en los cálculos del anexo II y la puesta a punto definitiva del manuscrito.

El autor expresa su reconocimiento a todas las personas que han participado en este trabajo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN. — *El perfeccionamiento de los métodos de planificación y de cálculo económico* 1

CAPÍTULO PRIMERO

ASIGNACIÓN DEL PROGRAMA
Y EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

1. El problema de la mejor asignación del programa de producción entre varias empresas:
   - Naturaleza del problema 13
   - Plan óptimo 15
   - Evaluaciones objetivamente determinadas 17
   - El empleo de otras evaluaciones 20
   - Criterio de optimación del plan 24
   - Métodos de obtención del plan óptimo y de las evaluaciones o. d. 26
   - Peculiaridades de las evaluaciones o. d. 34
   - Aplicaciones de las evaluaciones o. d. 38
   - Casos más complejos 42

2. Asignación y elección de los medios de producción:
   - Planteo del problema 43
   - Evaluaciones de la producción de las máquinas y aplicaciones de estas evaluaciones 46
   - Asignación de los medios de producción entre varias unidades de producción 49

CAPÍTULO II

REALIZACIÓN DEL PROGRAMA MÁXIMO
PARA UNOS RECURSOS DADOS
EVALUACIÓN DE LOS FACTORES DE PRODUCCIÓN

1. Consideraciones generales:
   - Naturaleza del problema 53
   - Clasificación de los factores de producción 54

Evaluaciones objetivamente determinadas de los factores de producción 57

2. Evaluación de los factores de producción que mejoran la productividad del trabajo:
Exposición del problema 59
Plan óptimo y evaluaciones o. d. 62
Aplicaciones de las evaluaciones o. d. 64

3. Empleo racional y evaluación del trabajo de la mano de obra cualificada:
Características del trabajo en cuanto a factor de producción. 69
Evaluación de las diferentes categorías de trabajo . . . 71
Evaluaciones de la producción según los gastos de trabajo. 73

4. Medidas dirigidas al ahorro de materias deficitarias y sus evaluaciones:
Materias deficitarias 75
Solución óptima y conclusión 77

5. Utilización racional del equipo:
Exposición del problema 81
Evaluación locativa 83
Utilización del equipo 90

Utilización racional de los recursos naturales:
Plan de siembra racional 95
Renta diferencial 97
Análisis de los gastos de trabajo 102

Planificación de los transportes y problemas de producción relacionados con los transportes. 107

8. Utilización óptima de la capacidad de producción existente:
Consideraciones generales 119
Aplicación de las evaluaciones o. d. al análisis de la eficacia económica de los procedimientos productivos . . . 122
Las evaluaciones o. d. en la contabilidad de las empresas y en la formación de precios 128
Influencia de las evaluaciones o. d. en la modificación de los objetivos y en la composición de la producción final . 132
Sistemas prácticos para la obtención de las evaluaciones o. d. 133
Las evaluaciones indicativas obtenidas del plan en curso. 136
El método para el establecimiento del plan óptimo y para el cálculo de las evaluaciones o. d. 138

CAPÍTULO III

AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN. EFICACIA DE LAS INVERSIONES

1. Inversiones a corto plazo:
Eficacia normal 148
Técnica del cálculo con el empleo de la eficacia normal . . 152
Cálculo al variar las evaluaciones o. d. 159
Otros ejemplos de cálculo de la eficacia de las inversiones. 163

2. Inversiones a largo plazo:
Características de las inversiones a largo plazo 169
Ejemplos de cálculo de la eficacia de las inversiones . . 175
Nivel de la eficacia normal 189
Eficacia normal y evaluaciones de la producción . . . 193

3. Vías de realización de la planificación óptima a largo plazo:
El problema de la elaboración del plan óptimo a largo plazo y sus índices 199
Algunas particularidades de la planificación a largo plazo . 201
Uso práctico del método de cálculo de la eficacia de las inversiones de capital 206

4. Comparación con otras concepciones sobre el cálculo de la eficacia de las inversiones. 211

APÉNDICE I

EXPOSICIÓN MATEMÁTICA DEL PROBLEMA DE LA PLANIFICACIÓN ÓPTIMA

El problema de la distribución de programas 234
Caso de producción múltiple 238
El problema fundamental de la planificación de la producción . 243
Relación con las matrices "input-ouput" de Leontief 248
El problema del transporte 251
El problema de la producción compleja 252
El problema dinámico 253
Propiedades de las evaluaciones. Variación del plan 255

Renta y evaluación locativa 257
Índices característicos de la actividad de las empresas 257
Cálculo de los costes necesarios en términos de trabajo medio . . 258
Significado de los modelos matemáticos y su campo de utilización en el análisis económico 262

Apéndice II

MÉTODOS NUMÉRICOS DE RESOLUCIÓN DE LOS PROBLEMAS DE LA PLANIFICACIÓN ÓPTIMA

Análisis de un plan en curso de realización 268
Construcción de un plan óptimo mediante rectificaciones sucesivas. 275
Método de corrección de multiplicadores (evaluaciones) . . . 285
Método del doble límite de las evaluaciones o. d. 290
Solución aproximada a los problemas de planificación óptima . . 291
Utilización de modelos físicos 294
Ejemplo de análisis simultáneo de distribución de la producción y de los transportes 295
Ejemplo de cálculo de un problema dinámico 297
Utilización de computadores electrónicos 302

Bibliografía 303

Índice de materias 305

Índice onomástico 309

INTRODUCCION

EL PERFECCIONAMIENTO DE LOS MÉTODOS DE PLANIFICACIÓN Y DE CÁLCULO ECONÓMICO

La planificación de la economía nacional y de sus diversos sectores al nivel del poder central sólo es posible por la sustitución de la propiedad capitalista de los medios de producción por la propiedad socialista. Sólo la liquidación de los sistemas de producción capitalista y su sustitución por las relaciones socialistas crea la posibilidad de una tal planificación.

V. I. Lenin fue el inspirador de los primeros planes del estado soviético: los planes de electrificación y los de cooperación en la agricultura. De ese modo se establecieron los fundamentos de todos los futuros planes de desarrollo de la economía nacional de la U.R.S.S. Las ideas de Lenin sobre la creación de la sociedad comunista han permitido las cifras de control del plan septenal de desarrollo de la economía nacional en la U.R.S.S. según se confirmó en el transcurso del XXI Congreso del P.C.U.S. El partido ha recordado a menudo que sólo una planificación auténticamente científica podía asegurar la utilización completa de los recursos disponibles y la superioridad de los medios socialistas de producción, garantizando de ese modo la victoria del socialismo en su competencia pacífica con el capitalismo.

"La sociedad socialista desconoce la contradicción capitalista entre el carácter social de la producción y la posesión privada de los medios, desconoce la concurrencia, la anarquía de la producción, el paro, las crisis económicas. La sociedad socialista se rige por otras leyes económicas: el desarrollo planificado y armonioso de la economía nacional y el crecimiento rápido y continuo de la producción sin crisis ni depresiones. Esto permite la planificación de la economía, su desarrollo en la dirección deseada, el crecimiento continuo del volumen de la producción, la asignación racional de los medios de producción, la cooperación y la especialización en gran escala."[1]

Se ha adquirido ya una rica experiencia de la planificación al nivel del poder central que confirma los principios fundamentales de la misma.

---

1. Cifras de control del desarrollo de la economía nacional de la U. R. S. S. en 1959-65, *Informe del XXI Congreso del P.C.U.S.*, tomo II, p. 461.

No obstante, la planificación sufre, en la práctica, de insuficiencias manifiestas que tienen su origen sobre todo en las técnicas y en los métodos de planificación y en particular en el cálculo económico. El partido comunista y los soviets han llamado a menudo la atención, y con razón, sobre la imperfección de los métodos de planificación y sobre la necesidad imperativa de mejorarlos. Debemos reconocer además que nuestra ciencia económica está atrasada en relación a los objetivos que la esperan en la construcción del comunismo.[2]

Estas cuestiones han sido objeto de una atención particular en el curso de estos últimos años, en los que se tomaron un conjunto de medidas destinadas a paliar las insuficiencias de la planificación y de los índices económicos, en particular en la agricultura, y asimismo para asegurar una mejor organización al nivel de la dirección de la producción. Sin embargo, el problema de la mejora de los métodos sigue siendo muy actual, pues la cantidad de objetivos a cumplir en ese campo está lejos de agotarse: el crecimiento de la economía podría ser aún mucho más rápido de lo que es en nuestros días.

Es evidente que un método adecuado de planificación debería conducir al plan óptimo, asegurar el empleo más completo y eficaz de todos los recursos y el mayor volumen de producción. Sería arriesgado afirmar que nuestros planes actuales responden a estas condiciones. Por un lado, la actividad de nuestras empresas de vanguardia indica claramente que existen grandes posibilidades no utilizadas. Como resultado de una mejor utilización de los recursos disponibles, estas empresas alcanzan producciones que sobrepasan considerablemente los programas previstos.

Por otro lado, se producen todavía algunas pérdidas de consideración imputables a faltas de planificación (tiempo perdido por la mano de obra y el equipo y pérdidas de materias y combustible debidas a retrasos en los programas, altibajos en el ritmo de producción, interrupción en las entregas, stocks excesivos y plazos de construcción demasiado largos).

Las pérdidas indirectas que tienen su origen en el empleo irracional de recursos, poco destacadas por no estar contabilizadas, no son menos graves. Estas pérdidas tienen lugar cada vez que se utiliza un equipo perfeccionado para trabajos simples con una pequeña productividad, mientras que su falta en otra parte es el origen de pérdidas de tiempo. Lo mismo puede decirse para los materiales. A menudo ocurre que debido a poca flexibilidad en la asignación, la falta de una pequeña cantidad de una materia indispensable o de un equipo impide un crecimiento muy importante de la producción.

---

2. Cf. Intervenciones de I. I. KUZMINE y A. N. NESMEYANOV en el XXI Congreso del P.C.U.S. (*Informe*, tomo II, p. 197 y 208). El retraso y el hecho de que numerosos problemas fundamentales de la economía no están resueltos todavía es reconocido por los propios economistas. Cf. intervención de K. V. OSTROVITIANOV (*id.* p. 372).

En esencia todas estas pérdidas se deben a lagunas en la planificación y en el cálculo económico. Si una empresa da una producción netamente inferior a su capacidad normal, esto significa, evidentemente, o bien que los programas impuestos a la misma no son los adecuados o que no ha conseguido los productos semielaborados o los instrumentos necesarios.

Las pérdidas originadas por los altibajos de la producción se han valorado en un 25 % del volumen total de la misma. La eliminación de todas las causas de pérdida que acabamos de mencionar permitiría a corto plazo, gracias a la mejora de las técnicas de planificación y los métodos de cálculo, utilizando sólo las posibilidades actuales, aumentar el volumen de la producción final (renta nacional) de un 30 a un 50 %. He aquí porqué esta tarea es tan imperiosa y actual.

Señalemos que el punto clave de los problemas actuales de la economía en el campo de la producción industrial, de la agricultura y de la construcción está relacionado estrechamente con la puesta en vigor de un nuevo sistema de índices económicos. La reorganización de la gestión de las empresas industriales y de la construcción facilitaría la aplicación de métodos más satisfactorios.

¿Cuáles son pues los problemas a resolver y cuáles las dificultades halladas en el camino de la planificación económica de la sociedad socialista?

Todas las cuestiones de carácter económico relativas a la utilización eficaz de los recursos, es decir, en última instancia relativas al crecimiento de la producción, se limitan a dos grandes problemas.

1. *La elección racional del procedimiento para obtener una producción dada o realizar cierta operación.* El tipo de recursos (trabajo, materias primas, equipo, transporte, energía) y las cantidades que de los mismos se utilizarán, dependen principalmente del procedimiento productivo escogido. Por ejemplo: ¿debe utilizarse aluminio o acero en los componentes industriales, madera o cemento en la construcción, excavadoras o trabajo manual en la cimentación, combustible local o importado? Éstos son los problémas que cada día se resuelven en los sovnarjoses, factorías, koljoses, oficinas de proyectos y empresas de la construcción.

2. *La asignación de los programas y recursos productivos entre las empresas.* Esta asignación está condicionada por la estructura de la producción final, el volumen de recursos y el equilibrio necesario entre la producción y el consumo de cada bien final o intermedio. La asignación debe procurar la actividad ininterrumpida de las empresas y el volumen de producción deseado. Se asegura por el control operacional de la organización de la planificación realizado en todos los niveles.

Esos dos problemas están íntimamente relacionados. El primero no puede aislarse del segundo más que en algunos casos poco frecuentes en los que una empresa o un conjunto de trabajos son completamente independientes de otras empresas y otros trabajos de la misma naturaleza. Por

ejemplo, es el caso que se presenta cuando un nuevo sistema de producción con unos gastos menores de trabajo y de materiales da lugar a una producción mayor con el mismo equipo. Pero entonces no existe ningún problema. Se trata de una mejora técnica indudable que se impone por sí misma con una evidencia manifiesta. Casos así se "analizan" todavía en manuales de economía práctica.

En la práctica las cosas no son tan simples. Se puede, por ejemplo, explotar una materia prima local a costa de una reducción de la producción; sustituir una materia por otra; aumentar el volumen de la producción, pero con la condición de proceder a nuevas inversiones; reducir el consumo de combustible instalando nuevas calderas. Esas decisiones afectan a la actividad de otras empresas y, por la tanto, dependen de la situación general. Si los medios de transporte están saturados, será conveniente explotar la materia prima local a pesar de la baja en la producción; si los recursos disponibles para inversión son escasos, convendrá abandonar el proyecto de instalar nuevas calderas a pesar de sus ventajas. La sustitución de una tonelada de estaño por tres toneladas de aluminio dependerá esencialmente de las dispo. ibilidades y consecuencias para la economía de la reducción del consumo de uno u otro de esos metales, lo que depende esencialmente de la coyuntura.

El segundo problema no puede resolverse nunca independientemente del primero. El balance general de la producción y de los recursos productivos es el resultado de la actividad de las empresas; las modificaciones que tienen lugar en este balance necesariamente repercuten sobre la actividad de las empresas y, generalmente, sobre la actividad de las diversas unidades económicas.

Sin embargo, la resolución simultánea de ambos problemas presenta considerables dificultades. No se puede pensar en establecer de una sola vez, al nivel de los organismos centrales, el programa de una empresa determinada y el balance general influido por este programa: para esto haría falta examinar todas las actuaciones posibles de centenares e incluso millares de unidades económicas particulares que constituyen los diversos sectores y ramos de la producción.

Pero entonces se corre el gran riesgo de no explorar todo el campo de las mejoras posibles.

En la concordancia de lo general y lo particular es donde reside precisamente la mayor dificultad de la planificación y de los cálculos económicos a escala de la economía nacional. Para superar esa dificultad convendría crear un método para el cual las planificaciones al nivel de los sectores por una parte y al nivel de las empresas aisladas por otra estén en consonancia y conduzcan ambas al plan óptimo.

El primero de los dos problemas se encuentra en la sociedad capitalista. El capitalista cuando compara dos medios de producción elige aquel que le produce los máximos beneficios. De dos materias elige la menos

cara; si puede reducir los gastos de mano de obra aumentando el consumo de energía eléctrica, la comparación de esos dos gastos le dará el criterio de racionalidad de esta operación; invertirá sus disponibilidades en los sectores que aseguran el porcentaje de beneficios más elevado. Los precios en vigor, las tarifas, el tanto de beneficios ejercen sobre las elecciones económicas su influencia determinante.

El segundo problema no se puede presentar en el cuadro de los sistemas de producción y distribución capitalista. La "asignación" es el resultado de una lucha encarnizada de la concurrencia, productora de enormes pérdidas. El "sistema" de equilibrio espontáneo no asegura ni puede asegurar el desarrollo más rápido posible de la nación. Al contrario, las contradicciones bien notorias del capitalismo conducen a la destrucción del exceso de producción, a los pequeños coeficientes de explotación del equipo, etc.[3]

¿Cómo se resuelven estos problemas en el sistema socialista de producción? En una economía socialista planificada, los cálculos monetarios juegan el mismo papel en la elección de los procedimientos productivos, pero este papel no es de ningún modo decisivo (por ejemplo, en el cálculo del coste neto de la producción a precios corrientes y en la comparación de la producción a precios constantes). Sin embargo, las conclusiones alcanzadas sobre la base de estos cálculos, contradicen frecuentemente los intereses económicos nacionales. La razón está en que los precios calculados no siempre reflejan de manera completa y precisa los costes para la economía nacional (no es lo mismo gastar 100 rublos en aluminio o hierro, que gastarlos remunerando a la mano de obra, no deben confundirse). Esta disparidad entre el precio del producto y su coste real a la economía nacional, en un momento y condiciones determinados, se debe a que este precio se ha determinado de manera distinta. Además, los precios corrientes obtenidos a partir de los costes medios tienen la desventaja adicional de no tener en cuenta las limitadas posibilidades de fabricar en determinado momento ciertas clases de productos; no obstante, esto debe jugar un papel esencial en las decisiones sobre el uso de un producto dado.

De ahí que las elecciones que parecen más convenientes, medidas en unidades monetarias, son a menudo desfavorables cuando se consideran sus efectos sobre la economía nacional. Por otra parte, si sólo se tienen en cuenta estos problemas (déficit de materiales, saturación de los transportes, escasez de ciertos productos) desde el punto de vista cualitativo, resulta frecuentemente difícil determinar qué solución es más correcta

---

3. Según el economista americano LEON KEYSERLING, que desempeñó la presidencia del Consejo Económico del Presidente, durante los últimos 5 años, los EE.UU. han "perdido más de 78 mil millones de dólares de producción potencial y cerca de 8,5 millones de años de trabajo por apartarse del pleno empleo" (*Promyshlenno-ekonomicheskaya gazeta*, 4 de enero de 1959).

según la economía nacional, y por tanto la adoptada lo es a menudo de manera subjetiva o arbitraria.

Al lado de los grandes logros de nuestra producción industrial y agrícola, esas dificultades y debilidades no se notan mucho. Sin embargo, su eliminación permitiría acelerar el ritmo de crecimiento de la economía socialista.

La resolución del segundo problema (asignación racional del programa y de los recursos) presenta también dificultades muy considerables. La demanda y necesidades de las empresas de materias primas, equipo, energía, transporte, medios de inversión, sobrepasan las posibilidades. El motivo está en la insuficiencia de los métodos de cálculo actuales: las empresas aisladas ignoran las disponibilidades y las necesidades de las demás empresas. Además, se carece de índices que indiquen el grado de necesidad de cada petición y sólo se dispone de calificativos, tales como: "muy necesario", "absolutamente indispensable". De ahí que las peticiones se recortan según la importancia dada a las empresas que las efectúan o se disminuyen automáticamente en un cierto porcentaje, sin un análisis objetivo de las pérdidas sufridas si no se satisface tal o cual petición. Además, elementos arbitrarios y subjetivos tales como el momento favorable de efectuar la demanda, el grado de insistencia, etc., juegan un papel importante.

De esas debilidades en el sistema de asignación resulta que no se respetan las proporciones (no sólo en el plan, sino también en su realización y es ahí donde debe buscarse el origen de las pérdidas más sustanciales provocadas por el paro de la mano de obra, los altibajos en la producción (irregularidad en los aprovisionamientos), stocks inútiles (juegos desparejados), mayor uso de los métodos manuales y la baja productividad del trabajo resultante (debida a falta de equipo e insuficiente cooperación). Muchas de estas pérdidas podrían evitarse: cuando en unas empresas los vagones no pueden descargarse debido a la falta de camiones, mientras que otras efectúan sus transportes por camión a distancias de centenares de kilómetros debido a la falta de vagones, las pérdidas resultantes podrían eliminarse fácilmente mediante una mejor asignación de los medios de transporte. Las pérdidas de esta naturaleza se deben a que el método de planificación no asegura la asignación de los factores de producción a los puntos en los que su empleo tendría la máxima eficacia.

Dificultades de la misma naturaleza se hallan en la asignación del programa de producción. Los índices que permitirían definir racionalmente el tipo de producción y las cantidades a exigir a cada empresa no existen. Se procede entonces, sin más, a la "asignación" del programa según el nivel de producción ya alcanzado (por ejemplo, los objetivos del programa se aumentarán uniformemente, digamos un 10 %, en relación al volumen alcanzado el año anterior, sin preocuparse de si el equipo lo permite).

Se observan también otras insuficiencias. Como se ha señalado con fre-

cuencia, muchos de los índices de la actividad de las empresas están lejos de ser totalmente satisfactorios. En efecto, puede ocurrir que la mejora de las condiciones de la actividad de una empresa (ahorro de materias deficitarias, empleo de un combustible local, sustitución de productos semielaborados provenientes de otras empresas por materias primas tratadas directamente por la empresa, cuando esta medida es razonable) se traduzca por el empeoramiento de algunos índices o incluso de su mayoría (producción corriente, precio de coste, productividad del trabajo).[4] Por lo tanto, la dificultad y la insuficiencia en la evaluación de la eficacia económica constituyen un serio obstáculo a la introducción de nuevas técnicas.

Se puede afirmar claramente que los métodos actualmente adoptados para resolver los problemas económicos de las empresas y de la planificación no aseguran la mejor utilización de recursos y el aumento máximo de la producción, no permitiendo explotar, como sería conveniente, las ventajas del sistema económico socialista.

A menudo se duda del valor de los métodos técnicos de la planificación cuyo principal defecto es el no dar criterios objetivos y medios eficaces para el hallazgo de las soluciones óptimas. Pues, si bien gracias a su experiencia, los organismos directores centrales pueden dar directrices generales correctas, su aplicación a nivel inferior no siempre conduce, sin el empleo de métodos de cálculo objetivo, a la mejor elección. Consecuencia de ello son las pérdidas de cuya naturaleza ya hemos hablado; por otra parte, la producción está lejos de utilizar plenamente sus posibilidades.

Es preciso, pues, elaborar un método que describa el camino a seguir para alcanzar las soluciones óptimas a los problemas de la planificación de la economía.

La garantía de la objetividad en los resultados sólo podrá asegurarse por un método cuantitativo, puesto que, de este modo a los datos numéricos determinados corresponderá una solución única. Es evidente también que este método debe ser esencialmente un sistema de *cálculo económico.* La finalidad de este trabajo es aclarar algunos de los principios y procedimientos de este método. Su puesta a punto, en lo que concierne a cuestiones de detalle, exige todavía numerosas investigaciones, el análisis de un enorme acopio de materiales, y una larga experiencia en planificación. Esa tarea sólo podrá llevarse a buen término por la participación de numerosos especialistas y prácticos de la economía. El objeto de este trabajo es aclarar algunas particularidades y posibilidades de un cálculo de gran

4. Así, a pesar de las grandes economías posibles de metal logradas por el estirado de perfiles con tolerancias reducidas o de tubos delgados, su producción no interesa a las empresas y por este motivo sufre retrasos inadmisibles, pues en el índice de actividad tan sólo interviene el tonelaje. Cf. intervención de L. I. Breznev, V. I. Ustinov y N. V. Podgorny en el transcurso del XXI Congreso del P.C.U.S. (*Informe,* tomo I, p. 121, 130, 418).

alcance, a nuestro entender, pero que todavía no son utilizadas ni reciben la atención conveniente.

En cuestiones de principio, el autor sigue la teoría económica de K. Marx y funda su análisis sobre el carácter objetivo de las leyes económicas del socialismo. Su intención no es proceder a un análisis de las categorías económicas de la sociedad socialista. Su objetivo es a la vez más limitado y más práctico; se trata de dirigir los planes, en la medida de lo posible, hacia el óptimo y de presentar un método de resolución de los problemas económicos a fin de utilizar mejor nuestras posibilidades e incrementar así el volumen de la producción.

El fin último es conseguir el plan óptimo, es decir, el plan que asegure, para unos recursos dados, un volumen máximo de producción. Este enfoque de los problemas económicos está de acuerdo con la propia naturaleza de la sociedad socialista; es conforme a las leyes económicas fundamentales del socialismo. La búsqueda de este plan conduce a un sistema de índices (evaluaciones objetivamente determinadas) que refleja de forma clara y objetiva el valor de los bienes económicos. Este sistema de índices ofrece los medios para resolver con facilidad los problemas que aparecen en el curso de la realización del plan y para seguir en todo momento el principio de la mejor utilización de los recursos.

La experiencia económica soviética y las decisiones económicas del partido y del gobierno han guiado las investigaciones y han proporcionado los elementos de verificación de las conclusiones emitidas.

Las soluciones aportadas por las instrucciones de los organismos rectores a los problemas que primero habían recibido soluciones incorrectas por parte de ciertos órganos locales constituyen una piedra de toque importante. El análisis de estos problemas muestra que el cálculo económico, llevado según el método propuesto, confirma plenamente el buen fundamento de estas instrucciones. Si los organismos económicos tuvieran a su disposición métodos de cálculo más perfectos, es muy posible que los errores que acabamos de mencionar no se hubieran cometido. Numerosos ejemplos se dan, con este objeto, en el texto.

El análisis y exposición del problema general de la planificación se realizan en un plano concreto; las conclusiones fundamentales resultan del examen de numerosos problemas aislados, con el fin de aclarar tal o cual elemento importante. Para ir directamente al fondo de las cosas y no embarazar con detalles la exposición fundamental, las cuestiones se examinan bajo su aspecto esquemático más simple. Con la única finalidad de facilitar la comprensión, los ejemplos se refieren a casos concretos, aunque con datos arbitrarios. No obstante, las conclusiones fundamentales, que han sido aisladas del resto, responden a problemas concretos de nuestra actividad económica y a ciertas medidas tomadas por el partido y el gobierno. El papel que pueden jugar estas conclusiones y las ventajas

que se derivan de su aplicación se mencionan si llega el caso (cf. p. 37, 51, 68, 79, 90, 101, 114, 182).

El estudio sistemático de los problemas de planificación en su forma abstracta y simplificada a través de un modelo esquemático que sustituye al problema original, facilita considerablemente el análisis y autoriza la aplicación de métodos de cálculo objetivos que dan conclusiones cuantitativas precisas. Pero estas conclusiones sólo se refieren directamente al esquema considerado, el cual no corresponde exactamente a los problemas económicos reales, algunos aspectos e implicaciones de los cuales necesariamente se han olvidado. Estas conclusiones, por tanto, no pueden aplicarse en la práctica más que con cuidado y reserva. Sin embargo, estos esquemas tienen en cuenta correctamente los hechos económicos más sobresalientes y las premisas de partida son a menudo, muy próximas a las condiciones reales. De ello se deduce que aun en el caso de que las conclusiones obtenidas presenten ciertos aspectos arbitrarios y necesiten algunas modificaciones, su aplicación proporcionará apreciables servicios. El lector debe tener presente constantemente este doble aspecto característico de los métodos abstractos de la investigación científica.

En el capítulo primero se examinan ciertos problemas de asignación de los programas en condiciones particulares en las que la solución —el plan óptimo— puede obtenerse sin más ayuda que la de evaluaciones de la producción. En este capítulo se precisa el concepto fundamental de evaluaciones objetivamente determinadas, relacionadas de forma inseparable al plan óptimo de producción. La relación entre las evaluaciones objetivamente determinadas de dos tipos de trabajo (o de producciones) representa su equivalencia real, es decir, su relación de sustitución en el plan óptimo, que es igual a la relación de los costes totales necesarios en las condiciones dadas para realizar cada uno de los dos tipos de trabajo. Esta relación puede establecerse directamente por la aplicación correcta de los costes entre los tipos de productos obtenidos simultáneamente, sin proceder a un análisis detallado de las estructuras de estos costes. Se expone un método de cálculo del plan óptimo y de las evaluaciones determinadas objetivamente aplicable a los casos más simples. A pesar de que este método es directo y simple, el análisis de los ejemplos numéricos juega un papel importante. Debe ser seguido atentamente, pues de lo contrario se corre el riesgo de no comprender los conceptos fundamentales.

Daremos luego algunas propiedades de estas evaluaciones e indicaremos sus aplicaciones. Las propiedades esenciales son: *el carácter concreto* de las evaluaciones (pues se definen por la situación económica concreta) y la *realidad* de las relaciones de valor que representan.

En el capítulo II se examinan los problemas relativos a la elaboración de los planes de producción en condiciones más generales. La necesidad de introducir las evaluaciones de todos los factores de producción se aclara en la sección 1. El papel de cada factor y su influencia en los

gastos de trabajo se examinan separadamente en las secciones siguientes.

La sección 5, en la que se trata del problema de la utilización más eficaz del equipo y se introduce el concepto esencial de evaluación locativa o renta del equipo, es particularmente importante. En ella se muestra, en especial, que una infravaloración del papel que juega el equipo y los gastos relacionados con el mismo es uno de los defectos más graves que afectan a los índices y a las evaluaciones que se utilizan en nuestros días.

En la última sección el lector hallará el análisis de las cuestiones relacionadas con el empleo de los medios de producción existentes, es decir, del problema de la planificación corriente o a corto plazo.

La conclusión fundamental del capítulo II es que el principio de rentabilidad puede utilizarse ampliamente para resolver los problemas de la sociedad socialista, pero con la condición expresa de que el sistema de valoración adoptado refleje correctamente las relaciones de gastos totales en las condiciones concretas dadas. Este capítulo pone en evidencia la ventaja del método propuesto, que reside en una combinación orgánica del método de los balances y del cálculo apoyado en los precios. Da también indicaciones sobre la manera práctica de emplear este método. También se tratan en el mismo los grandes problemas planteados y las dificultades promovidas por su puesta en práctica.

El capítulo III se consagra al problema de la ampliación de la base de producción, es decir, a la planificación de las inversiones. Se trata aquí de la elección más eficaz de los medios de inversión a fin de alcanzar el crecimiento más rápido posible de la capacidad de producción en la dirección deseada, o sea, el volumen máximo de producción de una determinada composición. Se demuestra que la aplicación del método correcto de cálculo de la eficacia de las inversiones es de una importancia capital.

Finalmente, en el anexo I se expone la formulación y análisis de los problemas matemáticos que nacen del examen de las cuestiones relativas a la planificación. Se hallarán también allí los fundamentos matemáticos de algunas proposiciones enunciadas en el curso de los capítulos anteriores. En el anexo II se describen los sistemas de resolución de esos problemas en casos infinitamente más complejos que los que ilustran el texto.

En esta obra, tan sólo se examinan con algún detalle las cuestiones relacionadas con la planificación económica y la evaluación de los medios de producción. Otros problemas relacionados con los anteriores, tal como la elección de los índices destinados a mejorar la actividad de las empresas en función del interés general de la economía nacional, no se examinan sistemáticamente. Son objeto, simplemente, de algunas consideraciones hechas de pasada. Pero se puede demostrar del mismo modo que el método empleado tiene gran utilidad en el análisis de estos problemas, en especial para el establecimiento de un sistema general de evaluaciones concretas de la producción y de los factores de producción.

En este libro hemos indicado algunos principios del método objetivo

de resolución de los problemas de la planificación y del cálculo económico. Pero no analizamos en detalle la aplicación práctica de este método, ya que este aspecto no ha sido todavía explorado suficientemente. Por otra parte, esto podrá realizarse tan sólo al poner en práctica estos principios, lo cual depende estrechamente de las condiciones halladas.

En el texto se exponen algunas conclusiones concretas relativas a problemas particulares a los que puede recomendarse su aplicación, pero el número de tales problemas se podría multiplicar.

En esta obra se abordan numerosas cuestiones de índole económica relacionadas en algún aspecto con el problema de la planificación óptima; sin embargo, no se ha profundizado suficientemente en la mayoría de las mismas y las conclusiones y proposiciones que se exponen son todas provisionales.

Formulamos las esperanza de que el enfoque que proponemos suscitará discusiones, trabajos ulteriores, y que el camino que hemos indicado conducirá a resultados prácticos.

658.151
K16a
79-6947

CAPÍTULO PRIMERO

ASIGNACIÓN DEL PROGRAMA Y EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

1. *El problema de la mejor asignación del programa de producción entre varias empresas*

Naturaleza del problema

Como primer problema de carácter técnico-económico en donde la aplicación de un cálculo económico correcto juega un papel esencial, examinaremos el problema de la asignación más ventajosa del programa de producción entre varias empresas. Supondremos que la solución del problema admite diversas variantes, pudiendo fabricar el mismo artículo varias empresas. El problema que se plantea es el de la elección de la asignación óptima, es decir, de aquella para la cual la suma de los gastos por artículo producido sea mínima, recibiendo cada empresa la asignación para la cual saca mejor partido de su equipo productivo.

De la misma manera como las producciones de los diversos bienes son interdependientes, los costes para su fabricación también lo son. Conviene pues, determinar la asignación de los costes entre los diversos bienes y dar la definición objetiva del coste de la producción de cada artículo.

Para explicar el método de resolución vamos a examinar este problema a través de un ejemplo concreto haciendo uso de una serie de hipótesis simplificadoras.

Ejemplo. — Determinar la mejor asignación del programa entre varias empresas en las condiciones siguientes:

1. Se trata de fabricar dos artículos: el n.º 1 y el n.º 2; las necesidades que satisfacen son ilimitadas, pero deben suministrarse según una relación dada (proporción establecida de producción); por ejemplo, la producción de artículos del tipo 1 ha de ser el doble de la de artículos del tipo 2.

2. La producción de cada uno de estos artículos puede realizarse en las empresas del tipo A, B, C, D, E. En el cuadro 1 se indica el número de empresas de cada tipo y las producciones mensuales de los artículos n.º 1 y n.º 2. Cada empresa debe producir tan sólo una clase de artículo.

CUADRO 1. — *Número de empresas y producciones mensuales posibles*

Tipo de empresa	Número de empresas	Capacidad de producción de una empresa		Costes relativos de fabricación	
		en artículos n.º 1	en artículos n.º 2	artículos n.º 2 en relación a los artículos n.º 1	artículos n.º 1 en relación a los artículos n.º 2
A	5	100.000	15.000	6,7	0,15
B	3	400.000	200.000	2	0,5
C	40	20.000	2.500	8	0,125
D	9	200.000	50.000	4	0,25
E	2	600.000	250.000	2,4	0,41

Los costes globales de producción de las empresas (además de los gastos de materias primas y productos de base) y en particular: los salarios (el volumen de personal es constante), energía eléctrica, combustible, los gastos relativos al equipo, los otros gastos de fabricación, los gastos generales y la amortización, son exactamente los mismos sea cual fuere de los dos el artículo que las empresas producen.

3. Todas las materias están disponibles en cantidad suficiente. Los gastos en materias (así como en energía y combustibles si son necesarios), para un artículo dado, son iguales para todas las empresas y son, supongamos, diez rublos para el artículo n.º 1 y 15 rublos para el artículo n.º 2 (estas últimas cifras, por otra parte, no juegan un papel muy importante en el análisis que sigue).

4. Los problemas derivados del transporte no juegan un papel esencial (por ejemplo, todas las empresas o factorías están situadas al lado de un centro de consumo o bien el valor por unidad de peso de los artículos y materias es lo suficientemente elevado).

En resumen, todos los costes de producción pueden dividirse en dos grupos: los costes fijos propios de cada tipo de empresa, independientes del tipo de producto o de la cantidad producida, y los proporcionales al volumen de producción que tienen un valor bien definido para cada artículo, independientemente del lugar de producción.

Es necesario: 1) definir el volumen de la producción realizable para cada programa,

2) asignar el programa entre las empresas de la mejor manera,

3) establecer sobre bases científicas la asignación de los costes de producción entre los artículos.

Es evidente que el plan óptimo es aquel para el que observándose la proporción establecida de producción, se alcanza el volumen de producción más elevado. A este plan le corresponderá, téngase presente, el me-

nor precio de coste, ya que el valor de las materias (por unidad de artículo) es el mismo en todos los casos y además la suma de los otros gastos de funcionamiento de la empresa es constante; por consiguiente, cuanto mayor es el volumen global de la producción menores son los gastos para cada artículo o para cada proporción establecida.

El plan global y el volumen de producción dependen, en una medida importante, de la asignación del programa entre las empresas. A título de ejemplo damos dos planes. Para el primero (cuadro 2) la asignación se ha efectuado de tal forma que las empresas de cada tipo producen los artículos números 1 y 2 aproximadamente según la proporción establecida. Es decir, el programa está equilibrado entre los grupos de empresas.

CUADRO 2. — *Plan «equilibrado»*

Tipo de empresa	Artículo n.º 1		Artículo n.º 2	
	Número de empresas	Producción total	Número de empresas	Producción total
A	1	100.000	4	60.000
B	2	800.000	1	200.000
C	10	200.000	30	75.000
D	2	400.000	7	350.000
E	1	600.000	1	250.000
Total general . .		2.100.000		935.000

El segundo plan (cuadro 3) da lugar a una producción inferior tanto para el primero como para el segundo artículo.

CUADRO 3. — *Plan desfavorable*

Tipo de empresa	Artículo n.º 1		Artículo n.º 2	
	Número de empresas	Producción total	Número de empresas	Producción total
A	—	—	5	75.000
B	3	1.200.000	—	—
C	—	—	40	100.000
D	—	—	9	450.000
E	1	600.000	1	250.000
Total general . .		1.800.000		875.000

Plan óptimo. — Pueden establecerse gran número de planes diferentes. Conviene elegir el óptimo. ¿Cómo reconocerlo? Evidentemente se

tratará de un plan en el que cada empresa, en la medida de lo posible, realizará el tipo de producción para la que esté mejor preparada. Para descubrir ese plan razonamos de la manera siguiente. Si producimos el artículo número 1 en todas las empresas obtendremos (cf. cuadro 1):

$5 \times 100.000 + 3 \times 400.000 + 40 \times 20.000 + 9 \times 200.000 + 2 \times 600.000 = 5.500.000$ unidades, del artículo n.º 1.

Pero nos hace falta también producir artículos número 2; por consiguiente, una parte de las empresas debe dedicarse a la producción de estos artículos. Por lo tanto, es evidente que obtendremos menos artículos n.º 1. ¿Cuántos menos? Pasando las empresas del tipo A de la producción de artículos n.º 1 a la de artículos n.º 2, en vez de 100.000 artículos n.º 1 obtendremos 15.000 artículos n.º 2, es decir, 0,15 artículos n.º 2 por cada artículo n.º 1; de igual modo obtendríamos 0,5 para las empresas del tipo B; 0,125 para las de tipo C; 0,25 para las de tipo D; y 0,41 artículos n.º 2 por cada artículo n.º 1 para las empresas de tipo E (cf. cuadro n.º 1, última columna).

Como vemos, conviene dedicar a la producción de artículos n.º 2 las empresas del tipo B pero esto no bastará, ya que obtendremos tan sólo 600.000 artículos n.º 2 y 4.300.000 artículos n.º 1. Destinémosle pues, además, las dos empresas del tipo E, pero esto tampoco basta, ya que entonces obtenemos tan sólo $600.000 + 500.000 = 1.100.000$ artículos n.º 2 y 3.100.000 artículos n.º 1, es decir, alrededor de un tercio y no la mitad como se desea. La relación mayor que sigue, 0,25, corresponde a las empresas de tipo D. Sin embargo, si transferimos a la producción de artículos n.º 2 las diez empresas de este tipo obtendremos demasiados. Para alcanzar la relación deseada conviene destinar seis empresas del tipo D a la producción de artículos n.º 1 y tres a la producción de artículos n.º 2. Llegamos al plan dado en el cuadro 4, plan óptimo que proporciona la producción más elevada en la proporción establecida.

CUADRO 4. — *Plan óptimo*

Tipo de empresa	Artículo n.º 1		Artículo n.º 2	
	Número de empresas	Producción total	Número de empresas	Producción total
A	5	500.000	—	—
B	—	—	3	600.000
C	40	800.000	—	—
D	6	1.200.000	3	150.000
E	—	—	2	500.000
Total general . .		2.500.000		1.250.000

Este plan supone una producción sensiblemente más elevada (del 24 al 40 %) que los planes de las cuadros 2 y 3.

Evaluaciones objetivamente determinadas

El método seguido para llegar al plan óptimo merece atención. Consideremos ahora el problema de los costes ocasionados por la producción de los artículos n.º 1 y n.º 2.[1] Es evidente que para ello es necesario tomar en consideración los costes relativos de fabricación de los dos artículos para cada tipo de empresa considerada aisladamente.

En las condiciones del ejemplo, el coste de trabajo para la fabricación de un artículo en una empresa dada es inversamente proporcional a su capacidad de producción de este artículo. En las empresas de tipo A, se tarda lo mismo en fabricar un artículo n.º 1 que 0,15 artículos n.º 2, lo que significa que, para este tipo de empresas, los costes son 6,7 veces más elevados para producir un artículo n.º 2 que para producir un artículo n.º 1. Asimismo, son dos veces mayores en las empresas de tipo B, 8 en las de tipo C, 4 en las de tipo D, 2,4 en las del tipo E (cuadro 1). ¿Qué cifra conviene, pues, adoptar como coste relativo cuando se consideran todas las empresas en conjunto? Debemos recordar que en realidad no producimos el artículo n.º 2 en las empresas del tipo A (según el plan del cuadro 4); por el contrario, las empresas del tipo E no producen el artículo n.º 1. La única de las relaciones indicadas que se efectúa de hecho en el plan óptimo es la relación 4 para las empresas del tipo D. Es pues natural mantener esta relación para el conjunto total de empresas. En realidad, las relaciones de coste para los varios productos debe calcularse sobre la base del gasto necesario para su producción, esto es, en último término según el gasto de trabajo. Puesto que el plan obtenido es óptimo en las condiciones dadas, el gasto incurrido en el mismo puede considerarse necesario. La posibilidad de comparar directamente los costes de fabricación de los artículos n.º 1 y n.º 2 en las empresas del tipo D (y tan sólo en ellas, ya que únicamente en las mismas se producen simultáneamente los dos artículos), permite establecer la relación de costes relativa a estos artículos y la relación correspondiente de sus evaluaciones en las condiciones dadas. Llamaremos a las valoraciones así definidas *evaluaciones objetivamente determinadas* (abreviadamente, evaluaciones o. d.). En el caso examinado hemos retenido tan sólo la relación 4 : 1 para las evaluaciones, de modo que si, por ejemplo, la valoración de los ar-

1. Es importante destacar que si, como en el ejemplo dado, las producciones de los artículos son interdependientes (aunque sea de forma indirecta), el problema de los gastos necesarios para la fabricación de cada artículo sólo puede analizarse de manera simultánea y conjunta para todos los artículos. Podría ocurrir que la disminución de los gastos relativos a un artículo, debido a modificaciones en su producción, varíe los gastos relativos de los otros artículos.

tículos n.º 1 es igual a *a*, la de los artículos n.º 2 es igual a *4a*. Es importante destacar que esta relación no se ha elegido al azar, sino que está definida de una manera objetiva, en las condiciones dadas, y que se desprende del proceso de análisis del plan óptimo.

Por consiguiente (capítulo II), cuando examinemos la cuestión de la determinación del valor absoluto de las evaluaciones objetivamente determinadas, se establecerá que las evaluaciones o. d. están definidas por el total de los costes de producción necesarios en las condiciones dadas. Nos parece justificado emplear la expresión "evaluación" y no las de "valor" o "precio", puesto que las evaluaciones halladas poseen, hasta cierto punto, un carácter limitado y local, ya que procedemos al análisis de los costes y a la determinación del plan no para la economía nacional (de la sociedad socialista) en su conjunto, sino tan sólo en los límites del conjunto de empresas consideradas. Un análisis de este tipo no es pues lo suficientemente completo como para establecer relaciones de valores. De igual modo conviene destacar que no fijamos una evaluación de los artículos en su totalidad, sino tan sólo de su fabricación, y la expresión "precio" no se admite, en general, en este sentido. Por esta misma razón, la expresión "gastos necesarios" (de trabajo) nos parece más apropiada, en este caso, que "socialmente necesarios", puesto que el análisis de los gastos no se efectúa aquí por la sociedad en su conjunto, sino tan sólo en los límites de un complejo dado de empresas. Al considerar globalmente la economía nacional, no será necesario introducir un término especial.

Partiremos de la relación hallada; si la evaluación de los artículos n.º 1 es igual a *a*, la de los artículos n.º 2 será igual a *4a*. Más exactamente, estas cifras no reflejan la evaluación de los artículos en sí, sino la evaluación de la producción neta, es decir, del trabajo utilizado en la fabricación de los mismos.[2] Con estas evaluaciones podemos calcular la producción mensual de las empresas de cada tipo en el caso de que se dediquen a la producción de uno u otro artículo. Los resultados se dan en el cuadro 5 en el que las cifras relativas al procedimiento adoptado en el plan óptimo se han escrito en negritas.

Como vemos, en el plan óptimo, cada empresa se utiliza de tal forma que su producción neta tiene la evaluación más elevada. Podemos decir que para resolver el problema relativo a la utilización de las empresas y la asignación del programa, hemos seguido (si partimos de las evaluaciones indicadas) el principio de rentabilidad (la más elevada), obteniendo la producción (neta) cuyo valor es máximo para los gastos dados, lo que

2. Por producción neta entendemos la producción propia de una empresa dada, es decir que del valor total de la producción entregada se excluye el valor de las materias necesarias para la empresa. Dicho en otras palabras, en la producción no se incluye el artículo en sí, sino tan sólo su fabricación. Por ejemplo, la producción neta de un taller de confección no son las prendas, sina la "confección" de las mismas.

CUADRO 5. — *Producción mensual neta de las empresas para las evaluaciones de los artículos iguales a* a *y* 4a

Tipo de empresa	Producción adoptada	
	Artículos n.° 1	Artículos n.° 2
	Evaluación de la producción	
A	**100.000** a	60.000 a
B	400.000 a	**800.000** a
C	**20.000** a	10.000 a
D	**200.000** a	**200.000** a
E	600.000 a	**1.000.000** a

significa que se obtiene el beneficio máximo. También se obtiene el mínimo de gastos por unidad de producto.

Los resultados a que nos ha llevado el examen de este ejemplo son válidos y pueden establecerse en otros casos parecidos, en particular para un número cualquiera de empresas y artículos diferentes. Así podemos sentar las conclusiones siguientes.

Conclusión 1. — *Entre todas las posibles asignaciones del programa existe siempre un plan mejor, óptimo. Para este plan las proporciones de las distintas clases de producción responden a las condiciones deseadas, el volumen de la producción es el más elevado (o igual) y los gastos por unidad de producción son más pequeños que para cualquier otro plan que cumpla también aquellas mismas proporciones. Para este plan, el precio de coste de la producción es inferior (o igual) al precio de coste de cualquier otro plan de asignación.*

Conclusión 2. — *Del plan óptimo se desprenden evaluaciones bien definidas de cada clase de producción —o, de modo más exacto, de los trabajos para la fabricación de una unidad de producto de cada clase— que son las evaluaciones objetivamente determinadas (abreviado, evaluaciones o. d.).*

Estas evaluaciones son tales que a partir de ellas, en el plan óptimo se observa el principio de rentabilidad; es decir, que para dicho plan, la clase de producción asignada a cada empresa es aquella para la cual el valor de la producción neta de la empresa es la más elevada.

El principio de rentabilidad tal como se expone aquí se aplica en un sentido un poco más general que el admitido comúnmente. Es necesario precisar este sentido, así como la significación y el papel que asignamos al principio de rentabilidad.

Por principio de rentabilidad entendemos la elección de una solución económica, planeada, sobre la base del efecto reflejado por un índice que toma la forma de valor: elección de la tecnología que proporciona un

precio de coste más bajo, del programa que asegura, para unos gastos dados, el volumen de producción máximo expresado en valor, o la acumulación máxima; elección de las materias primas y de los materiales menos caros, etc.

Las conclusiones a que conduce el principio de rentabilidad dependen en gran medida del sistema de evaluaciones.

Este principio reina soberano en las condiciones del capitalismo, en donde se apoya sobre los precios en vigor en el mercado. En la U.R.S.S. este principio tiene un alcance limitado incluso para el cálculo de los precios de venta del gobierno, pues por diversos motivos a veces no rige. Lo decisivo en relación a este punto no es tal o cual índice *en un sector dado*, sino el interés de la *economía nacional.*

En la sociedad socialista alcanzar una gran rentabilidad no debe constituir un fin en sí (como ocurre en el capitalismo), sino un medio de lograr el mejor resultado o el mínimo de gastos para el conjunto de la sociedad. En consecuencia, las aplicaciones de este principio que se presentan a continuación —sobre la base del sistema de las evaluaciones o. d. elaboradas de conformidad con las situaciones concretas y los problemas planteados— lo subordinarán a las exigencias de la mejor realización de los objetivos del plan general.

Observemos el carácter dialéctico del análisis que antecede. Después de un veto inicial al principio de la rentabilidad, el problema de la elaboración de un plan óptimo nos lleva de nuevo a la conclusión de la necesidad (para elaboración del óptimo global) de la aplicación de este principio en cada sector, pero con la condición de que los índices de valor se calculen sobre la base de las evaluaciones o. d. elaboradas en concordancia con las situaciones y los objetivos dados.[3]

El problema de la correcta asignación del programa entre las empresas, que se ha examinado en este apartado, tiene un valor práctico muy importante: como demuestra la experiencia, los gastos para producir un mismo artículo son, en muchos casos, dos a tres veces más elevados en una empresa que en otra, incluso con el mismo equipo técnico. Además de las insuficiencias en la organización de la producción, no hay duda que juega un papel no despreciable en este fenómeno la inadaptación de las empresas a la producción de un tipo dado de artículos y la poca atención concedida a este hecho en la asignación del programa.

El empleo de otras evaluaciones (evaluación "a priori")

Las evaluaciones objetivamente determinadas poseen un carácter pro-

3. La conclusión sobre la necesidad de utilizar las evaluaciones o. d. se refiere a los problemas económicos particulares considerados. Algunas consideraciones sobre el valor de los resultados obtenidos desde el punto de vista de la economía nacional, sobre todo para la formación de precios, se desarrollarán en la sección 8 del capítulo II.

pio, inmanente; están totalmente determinadas por las condiciones de los problemas examinados.

Aparte, existen otras evaluaciones de la producción elaboradas independientemente del problema de asignación, las cuales, por este motivo, pueden calificarse "a priori", de exteriores. En particular los precios en vigor o los precios de coste pueden considerarse de este género. Se plantea naturalmente la pregunta: ¿son necesarias las evaluaciones objetivamente determinadas?, ¿no podrían utilizarse en su lugar otras evaluaciones que tuvieran un carácter "a priori"? Vamos a demostrar que estas últimas no conducen siempre a resultados satisfactorios.

Supongamos que los precios de venta de los artículos n.º 1 y n.º 2 se establezcan, en principio, sobre la base de las condiciones de las empresas del tipo B. Es evidente que el coste de trabajo para la fabricación de los artículos n.º 2 en las empresas de este tipo es el doble que para los artículos n.º 1. Sean, por ejemplo, estos precios de coste 20 y 10 rublos, respectivamente. El precio de coste total, si se incluyen también las materias, será entonces de $20 + 15 = 35$ rublos para los artículos n.º 2 y de $10 + 10 = 20$ rublos para los artículos n.º 1.

Intentemos elaborar un plan a partir de estos precios. Valorando la producción de las empresas de cada tipo en la hipótesis de que se fabrique uno u otro artículo (cuadro 6), vemos que, para todas las empresas, la producción más elevada se obtiene mediante la fabricación de artículos n.º 1, es decir, que para las empresas de todos los tipos es más "ventajoso" incluir en su programa los artículos n.º 1 que los n.º 2. Por tanto, si seguimos el principio de rentabilidad habrían de fabricarse los artículos n.º 1 en todas las empresas. Pero en este caso no obtendríamos artículos n.º 2, y la proporción establecida no se satisfaría. Por lo tanto, es preciso olvidar el principio de rentabilidad y fabricar artículos n.º 2, aunque no sea ventajoso para las empresas. En este caso, es difícil definir con precisión en qué empresas sería conveniente producirlos. Si la fabricación del artículo n.º 2 es necesaria, aunque no sea rentable para ninguna de ellas, se repartirá su producción entre las empresas de diferentes tipos. Obtendremos así un plan arbitrario tal como el que se indica en el cuadro n.º 2.

Observamos que las evaluaciones elaboradas sobre la base de valores medios de los precios de coste de todas las empresas que participan en una producción dada pueden conducir también a resultados no satisfactorios, incluso si para el cálculo de estas evaluaciones se parte del plan óptimo (cf. capítulo II, sección 6, págs. 99-100).

Así pues, empleando cualesquiera evaluaciones "a priori" distintas de las evaluaciones o. d., no es posible a la vez seguir el principio de rentabilidad y satisfacer la proporción establecida (mientras que, en cambio, para las evaluaciones o. d. se obtiene una armonía completa). Estas evaluaciones "a priori" impiden toda búsqueda de un plan óptimo y motivan la desnaturalización del problema. Por ejemplo, puede parecer justificado

CUADRO 6. — *Producción en rublos (según los precios de 20 y 35 rublos)*

Tipo de empresa	Producción de artículos n.º 1		Producción de artículos n.º 2	
	número de artículos	producción (en rublos)	número de artículos	producción (en rublos)
A	100.000	2.000.000	15.000	525.000
B	400.000	8.000.000	200.000	7.000.000
C	20.000	400.000	2.500	87.500
D	200.000	4.000.000	50.000	1.750.000
E	600.000	12.000.000	250.000	8.750.000

fabricar los artículos n.º 1 en las empresas del tipo B si este problema se examina de manera aislada, pero si se hace tal cosa el plan resultante evidentemente no será óptimo.

Conclusión 3. — *Partiendo de evaluaciones cualesquiera ("a priori") distintas de las evaluaciones objetivamente determinadas, no se puede, en general, satisfacer a la vez el principio de rentabilidad y garantizar el volumen de producción necesario (que satisfaga la proporción establecida). La aplicación del principio de rentabilidad a partir de tales evaluaciones puede orientar de manera incorrecta la búsqueda de las soluciones óptimas a la planificación.*

Antes hemos visto que la comparación de las evaluaciones del volumen de trabajos efectuados conduce al plan óptimo si se utilizan las evaluaciones o. d. Es importante destacar que, para una orientación correcta de la asignación del programa, es esencial que se cumplan dos condiciones: la comparación debe establecerse según las evaluaciones de los trabajos efectuados, es decir, según la producción neta y, por otra parte, los trabajos parciales deben ser objeto de evaluaciones correctas. Si una de estas condiciones no se satisface, si utilizamos las evaluaciones correctas de la producción, pero las comparaciones se efectúan no según las producciones netas sino según las producciones brutas, o bien si comparamos las producciones netas utilizando evaluaciones incorrectas para distintas clases de producción, la elaboración del plan óptimo se verá afectada en sentido desfavorable.

Conviene observar que en la resolución práctica de los problemas relativos a la determinación del programa de producción a menudo se utilizan precios que se han establecido en otras condiciones, algunos años antes. Se llega entonces a que algunos artículos "ventajosos" para las empresas permiten realizar fácilmente el plan (según la producción en valor) y que otros artículos no sean "ventajosos". Las acusadas diferencias de rentabilidad suscitan en los productores la tendencia a superar los objetivos fijados para las producciones rentables en detrimento de la

producción de otros artículos, importantes para la economía nacional, pero no rentables para la empresa. Es sabido, por ejemplo, que para algunas prendas de confección para niño, con frecuencia el plan no se cumple debido a su falta de rentabilidad.[4]

La variación en la evaluación de la eficacia del trabajo es tanto mayor cuanto los cálculos se efectúan según las producciones brutas o producciones vendibles y no según las producciones netas. Todo ello obstaculiza la asignación racional del programa y que las empresas se interesen en su correcta cumplimentación (según la proporción establecida).[5]

Para la asignación del programa o de un pedido determinado se procede, pues, a la comparación directa de los gastos a fin de obtener el precio de coste mínimo. Este procedimiento en ningún modo garantiza la obtención de la asignación óptima.

En realidad, una solución óptima asegura que la suma de los gastos para la totalidad de la producción sea mínimo (¡que es precisamente lo que le interesa a la sociedad!). Si, al contrario, consideramos los gastos para cada una de las producciones particulares, el plan óptimo no asegura, en general, que serán mínimos. Por consiguiente, el análisis aislado de los gastos en un producto raramente conduce a la solución óptima. Para obtener una solución correcta es necesario proceder simultáneamente al análisis de la asignación de la totalidad del programa para el conjunto productivo considerado, habida cuenta de los objetivos globales y los intereses de la sociedad socialista; los índices sobre los que se efectúan las comparaciones deben establecerse sobre la base de este análisis. En tal caso las producciones parciales establecidas según estos índices van en el mismo sentido que el interés general (totalidad del conjunto). Se obtiene así la unión armónica del interés general y de los intereses locales, lo que puede conseguirse tan sólo por el socialismo.[6]

Estos principios se realizan y utilizan permanentemente en la práctica de la construcción socialista. Los métodos de elaboración de plan óptimo y de las evaluaciones o. d. indican la manera de obtener a la

---

4. Intervención de A. N. Kosiguin en el XXI Congreso del P.C.U.S. (*Informe*, tomo I, p. 160).

5. Estas consideraciones confirman la razón de las intervenciones, aparecidas en la prensa, sobre la ventaja de reemplazar la producción bruta y la producción vendible por la producción neta para caracterizar la actividad de las empresas en un período dado, es decir, de tener en cuenta solamente el valor creado de nuevo por la empresa (sin transferencias). Por supuesto, esta medida sirve, al mismo tiempo para el perfeccionamiento del sistema de evaluaciones de las diversas producciones.

6. Volvemos a encontrar aquí un ejemplo característico de las contradicciones que pueden nacer en el momento de la planificación de nuestra economía (entre los intereses particulares — mejora de las condiciones de fabricación de un producto — y el interés general — realización de todo el programa). Como todas las contradicciones parecidas, ésta no reviste, en el socialismo, un carácter antagónico. Esta contradicción se supera cuando los índices, sobre cuya base se comparan las soluciones particulares, se establecen a partir de los objetivos e intereses de la sociedad en su conjunto.

vez el más preciso y sistemático de los índices de tal naturaleza, y de obtener así el mejor partido de las posibilidades y de la superioridad del sistema de economía socialista.

Criterio de optimación del plan

Examinemos ahora la cuestión siguiente: ¿cómo saber que un plan dado es óptimo?

La comparación directa con todos los otros planes posibles es irrealizable, en general, ya que el número de planes puede ser enorme. A partir del ejemplo anterior vamos a deducir un método simple que permitirá responder a esta pregunta. Por su misma obtención sabíamos que el plan dado en el cuadro 4 era óptimo; sin embargo, si no lo hubiéramos sabido por adelantado, podíamos asegurarnos de ello apoyándonos en dos de sus particularidades. En primer lugar, este plan respeta la proporción establecida. En segundo lugar, se observa el principio de rentabilidad (cuadro 5) para ciertas evaluaciones de las dos clases de artículos producidos (*a* y 4*a*).

Basándonos precisamente en estas dos propiedades podemos afirmar que el plan es óptimo. Supongamos lo contrario. Sea otra asignación del plan para la que la proporción deseada se observe, pero en la que el volumen total de producción sea todavía más elevado. En este caso, se obtendría un número más elevado tanto de artículos n.º 1 como de artículos n.º 2 que para el plan dado en el cuadro 4. Entonces, sean las que fueren las evaluaciones adoptadas para cada artículo, la suma de las evaluaciones de las producciones netas sería más elevada que para el plan del cuadro 4. En particular, esto sería cierto para las evaluaciones *a* y 4*a*. Pero la evaluación global de la totalidad de la producción es la suma de las evaluaciones de la producción de las empresas aisladas. Por lo tanto, el valor de la producción (según las evaluaciones *a* y 4*a*) de por lo menos una empresa ha de ser más elevado en el plan supuesto que en el plan dado por el cuadro 4. Sin embargo, tal situación no es posible, pues, como demuestra el cuadro 5, cualquier otra asignación de la producción distinta de la indicada en el cuadro 4, no puede dar lugar a una evaluación superior, puesto que en el plan (cuadro 4) cada empresa se explota de tal forma que la evaluación de la producción realizada sea máxima. Este razonamiento muestra que no puede existir un plan que suponga una producción superior y, por consiguiente, el plan dado en el cuadro 4 es óptimo. Este razonamiento es general[7] y llegamos a la conclusión 4 que es un complemento importante a la conclusión 2.

Conclusión 4. — *Si para un plan: a) se cumple la condición relativa a la proposición establecida (por clase de producción); b) se observa,*

7. La forma matemática de este rezonamiento se hallará en el apéndice I.

para ciertas evaluaciones de los artículos, el principio de rentabilidad; entonces:

1.º El plan dado es óptimo, es decir, no existe un plan para el cual se cumpla la proporción establecida y el volumen de producción sea superior (o, de una manera general, un plan que suponga una producción de cada clase superior a la del plan dado).

2.º En el caso considerado, las evaluaciones mencionadas son las evaluaciones objetivamente determinadas.

De esta afirmación se deduce que, para un plan no óptimo, pero que satisfaga la proporción establecida, no pueden existir evaluaciones para las cuales se observe el principio de rentabilidad (si tales evaluaciones existieran el plan sería óptimo). ¿Qué se obtiene si se intenta buscar esas evaluaciones para un plan no óptimo? Hagamos otra tentativa, por ejemplo, para el plan indicado en el cuadro 3. Sea m la evaluación para los artículos n.º 1 y n para los artículos n.º 2. Como las empresas de tipo E producen a la vez artículos n.º 1 y n.º 2, si se cumple el principio de rentabilidad, la producción debería tener la misma evaluación en los dos casos, es decir, $600.000\ m = 250.000\ n$, de donde $n = 2{,}4\ m$.

Verifiquemos ahora si la condición de rentabilidad se satisface para las empresas del tipo C. Vemos que, dada la evaluación de la producción, la afectación de estas empresas (a la producción de artículos n.º 2) es igual a $2.500\ n$ ó a $6.000\ m$, ya que $n = 2{,}4\ m$; pero la evaluación sería $20.000\ m$ si, en cambio, se produjesen artículos n.º 1, lo que indica claramente que el principio de rentabilidad se ha violado, pues $2.500\ n < 20.000\ m$ (no lo sería si $2.500\ n \geqslant 20.000\ m$). Es evidente también que se puede establecer un plan que reporte una producción superior a la vez de uno y otro artículo. En efecto, cambiando la producción de artículos n.º 1 por la producción de artículos n.º 2, en las empresas de tipo E, perdemos 2,4 artículos n.º 1 por cada artículo n.º 2 suplementario, pero, por el contrario, sustituyendo la producción de artículos n.º 2 por la producción de artículos n.º 1 en las empresas del tipo C, obtenemos 8 artículos n.º 1 en lugar de 1 artículo n.º 2. Es evidente que, continuando las permutaciones, obtendríamos un plan que daría un volumen de producción superior para los dos artículos a la vez. Un ejemplo de un plan mejorado de este tipo se indica en el cuadro 7. Como vemos, la producción correspondiente es superior para cada uno de los artículos, de un 11 a un 17 % en relación con el plan del cuadro 3.

De este modo, el intento de establecer evaluaciones para un plan no óptimo está destinado al fracaso, ya que se encuentra ante exigencias contradictorias.

Al mismo tiempo que se ha visto la imposibilidad de establecer las evaluaciones, hemos descubierto por medio de qué permutaciones en los programas se puede obtener un plan al que corresponde una producción superior para cada uno de los artículos y hemos comprobado de una ma-

CUADRO 7. — *Plan mejorado (en relación al plan del cuadro 3)*

Tipo de empresa	Artículo n.º 1		Artículo n.º 2	
	número de empresas	producción total	número de empresas	producción total
A	—	—	5	75.000
B	3	1.200.000	—	—
C	40	800.000	—	—
D	—	—	9	450.000
E	—	—	2	500.000
En total		2.000.000		1.025.000

nera precisa por qué podíamos afirmar, en el caso considerado, que el plan no era óptimo.

Obtenemos así:

Conclusión 5. — *Si para un cierto plan es imposible obtener evaluaciones para las cuales sea observado el principio de rentabilidad (estas evaluaciones están sometidas a condiciones contradictorias), esto demuestra que el plan dado no es óptimo, lo que significa que existe un plan para el cual el volumen de producción es superior, para cada clase de artículo, al del plan dado. El análisis anterior muestra, en estas condiciones, un camino posible para mejorar el plan.*

Así, el examen de las evaluaciones ofrece el criterio más simple de optimación de un plan dado.

Regla. — *Para verificar si un plan dado es óptimo, conviene buscar evaluaciones de la producción tales que las condiciones de rentabilidad se cumplan para el plan considerado. Entonces: a) si estas evaluaciones existen, el plan es óptimo y cualquier otro plan que responda a la misma proporción establecida no supone un volumen superior de producción. b) si existe la imposibilidad de obtener tales evaluaciones (para las cuales se presentan condiciones contradictorias), entonces el plan no es óptimo; existe un plan que da lugar a un volumen de producción superior en cada uno de los artículos.*

Métodos de obtención del plan óptimo y de las evaluaciones o. d.[8]

En el caso de dos artículos la obtención del plan óptimo es muy simple y el método utilizado antes es satisfactorio. No obstante, en el caso

8. Esta parte (págs. 26-34) puede omitirse en la primera lectura.

de un mayor número de producciones y en otros problemas que trataremos más tarde no es aplicable ningún método parecido. En estos casos es preciso utilizar métodos especiales, fundados en la relación que existe entre el plan óptimo y las evaluaciones o. d. correspondientes. Aunque estos métodos de cálculo sean relativamente simples y exijan tan sólo operaciones aritméticas, gozan de una notable originalidad que aconseja detenerse un poco en ellos. Por otra parte, la realización práctica de los cálculos tiene la ventaja de que permite un examen más profundo del significado de las evaluaciones o. d. Por esto, sin abordar todavía los casos más complejos, exponemos aquí los aspectos esenciales de estos métodos de cálculo.

Independientemente de que, en el caso de dos clases de producción, la solución se pueda obtener por otros caminos, como se ha visto antes, preferimos exponer para el caso más simple el procedimiento de cálculo propuesto utilizando el mismo ejemplo. La solución de casos más complejos de la misma naturaleza se expondrá en la sección 2.[9]

1. Elección de las evaluaciones. — Como hemos visto anteriormente, cada empresa posee su propia evaluación relativa del volumen de trabajo (gastos) necesario para la producción de los artículos n.° 2 en relación a los artículos n.° 1, a saber (cf. cuadro 1): 6,7 para A; 2 para B; 8 para C; 4 para D; 2,4 para E.

¿Cuál de estas evaluaciones es la correcta?

Consideremos la evaluación 2,4. Comparando las evaluaciones de las producciones de las empresas obtenemos los resultados señalados en el cuadro 8.

CUADRO 8. — *Cálculo de la producción neta y del número de artículos en un plan rentable según las evaluaciones 1 y 2'4*

Tipo de empresa	Número de empresas	Producción neta		Número de artículos en un plan rentable	
		con los artículos n.° 1	con los artículos n.° 2	n.° 1	n.° 2
A	5	**100.000**	36.000	500.000	—
B	3	400.000	**480.000**	—	600.000
C	40	**20.000**	6.000	800.000	—
D	9	**200.000**	120.000	1.800.000	—
E	2	**600.000**	**600.000**	(1.200.000)	(500.000)
En total . .			mínimo	3.100.000	600.000
			máximo	4.300.000	1.100.000

9. El examen general de los métodos de cálculo para la búsqueda del plan óptimo y las evaluaciones o. d. se detalla en el apéndice II.

Según este cuadro vemos que, en virtud del principio de rentabilidad, debemos afectar a la producción de los artículos n.º 1 las empresas del tipo A, C, D, a la de los artículos n.º 2 a las empresas del tipo B y a uno u otro artículo, según convenga, las del tipo E, según el número deseado de artículos de cada clase.

Pero incluso en el caso extremo de que se destinen a la producción de artículos n.º 2 todas las empresas del tipo E, obtenemos 1.100.000 contra 3.100.000 artículos n.º 1, es decir, no podemos alcanzar la proporción establecida.[10]

Por consiguiente, la evaluación de los artículos n.º 2 ha de aumentarse. De acuerdo con la evaluación 4, obtenemos el cuadro 5 en vez del cuadro 8 y entonces, como hemos visto, la proporción establecida (2:1) se cumple; realizamos el plan óptimo (cuadro 4).

2. Otro método de determinación de las evaluaciones. — Toda la diferencia con el método anterior reside en el hecho de que para buscar las evaluaciones no partimos de cifras particulares, sino de valores cualesquiera.

Puede obtenerse la primera aproximación a las evaluaciones del modo siguiente. Calculemos la producción total de las empresas en el caso en que todas se dedicaran a la producción exclusiva de artículos n.º 1 o de artículos n.º 2. Obtenemos respectivamente 5.500.000 y 1.725.000, es decir, el número de artículos n.º 1 es unas 3 veces más elevado que el de artículos n.º 2. Esto significa que el volumen de los gastos para la fabricación de artículos n.º 2 es, por término medio, aproximadamente 3 veces más elevado que para los artículos n.º 1. Demos pues, por ejemplo, las evaluaciones 1 y 3 y construyamos un cuadro parecido al anterior; las cifras correspondientes a las evaluaciones máximas y las que se les acercan bastante se han escrito en negritas (cuadro n.º 9). Para los casos en que existen evaluaciones parecidas, el número de artículos puede ser objeto de dos variantes (correspondientes a las cifras entre paréntesis).

Intentemos cumplir la proporción establecida. En principio convendría destinar a la producción de artículos n.º 2 aquellas empresas para las cuales las evaluaciones globales de la producción de dichos artículos sean notablemente más altas que para los artículos n.º 1, pero esto último no ocurre en ningún caso. De todas maneras, las empresas para las cuales las evaluaciones globales de producción de los artículos n.º 2 son relativamente más elevadas son las del tipo B y E. El volumen de producción de estas empresas en artículos n.º 2 es de 1.100.000, que es insuficiente (tenemos 3.100.000 artículos n.º 1). Es preciso, pues, utilizar parte de las

10. De este modo, aunque el plan obtenido sea rentable — se ha elaborado según el principio de rentabilidad, a partir de un sistema de evaluaciones — sin embargo no satisface la proporción establecida; no es pues óptimo.

CUADRO 9. — *Cálculo de la producción neta y de la producción posible de artículos según las evaluaciones 1 y 3*

Tipos de empresa	Número de empresas	Evaluación de la producción		Número de artículos	
		artículo n.° 1	artículo n.° 2	n.° 1	n.° 2
A	5	**100.000**	45.000	500.000	—
B	3	**400.000**	**600.000**	(1.200.000)	(600.000)
C	40	**20.000**	7.500	800.000	—
D	9	**200.000**	**150.000**	(1.800.000)	(450.000)
E	2	**600.000**	**750.000**	(1.200.000)	(500.000)

empresas del tipo D para las cuales la evaluación global de la producción de artículos n.° 2, aunque inferior, es bastante próxima a la evaluación global de la producción de artículos n.° 1. Obtenemos entonces el plan dado en el cuadro 4. De este modo, las empresas del tipo D se destinan a la producción de ambos artículos e, igualando sus rentabilidades, obtenemos las evaluaciones 1 y 4. En relación a estas evaluaciones podemos establecer, en virtud de la conclusión 5, que el plan dado por el cuadro 4 es óptimo.

3. Método de las correcciones sucesivas (mejoramientos) del plan. — Este método es el siguiente. Partamos de un plan que cumpla aproximadamente la proporción establecida. Verifiquemos, tal como hemos indicado más arriba, si es óptimo. Si se comprueba que no lo es, se descubre, al mismo tiempo, cómo transformarlo en un plan que dé una producción superior para cada artículo. De hecho, en el momento de verificar la rentabilidad, la comparación de las evaluaciones para los procedimientos empleados y los no empleados, conduce, como hemos visto, a desigualdades incompatibles. Al considerar dos o, en el caso general, varias combinaciones posibles de los procedimientos de producción en las que su comparación da lugar a evaluaciones incompatibles, se descubre la posibilidad de mejorar el plan mediante el empleo de procedimientos no utilizados al principio (y por el abandono parcial o total de algunos de los utilizados) conservando, al mismo tiempo, las proporciones deseadas en la composición de la producción. De este modo obtendremos un nuevo plan que cumple la composición deseada, con un volumen de producción superior al original. Este nuevo plan lo someteremos a las mismas verificaciones, mejorándolo si todavía no es el plan óptimo. Después de un cierto número de mejoramientos, llegaremos al plan óptimo y al mismo tiempo obtendremos las evaluaciones o. d.

Apliquemos este método al mismo ejemplo, partiendo del plan dado en

el cuadro 3. Ya conseguimos una mejora que nos condujo al plan dado en el cuadro 7. Verifiquemos si este plan es óptimo o no. Supongamos que las evaluaciones de los artículos números 1 y 2 sean m y n. Como las empresas del tipo A se destinan a la producción de artículos n.º 2, esta operación debe ser rentable y debemos tener $100.000\ m \leqslant 15.000\ n$, o sea $n \geqslant 6{,}7\ m$.

Como las empresas del tipo B se destinan a la producción de artículos n.º 1 hemos de tener $400.000\ m \geqslant 200.000\ n$, o sea, $n \leqslant$ a $2\ m$. Estas condiciones son contradictorias: en el primer caso un artículo n.º 2 debería tener una evaluación superior a 6,7 artículos n.º 1; en el segundo caso dos artículos n.º 1, una evaluación superior a un artículo n.º 2. Esto indica el camino para mejorar el plan: Conviene transferir las empresas del tipo A a la fabricación de artículos n.º 1 y destinar una empresa del tipo B a la producción de artículos n.º 2 a fin de cumplir aproximadamente la proporción establecida. El plan correspondiente se indica en el cuadro 10.

CUADRO 10. — *Plan de transferencia de las producciones guardando el surtido*

Tipo de empresa	Artículo n.º 1		Artículo n.º 2	
	número de empresas	producción	número de empresas	producción
A	5	500.000	—	—
B	2	800.000	1	200.000
C	40	800.000	—	—
D	—	—	9	450.000
E	—	—	2	500.000
Total		2.100.000		1.150.000

Comprobemos igualmente si este plan es óptimo.

Como en este plan las empresas de tipo B se utilizan en la producción de los artículos n.º 1 y n.º 2, para ellas ambos artículos deberían ser igualmente rentables: $400.000\ m = 200.000\ n$; o sea $n = 2m$; por ejemplo $m = 1$, $n = 2$. Comprobemos la rentabilidad en los otros tipos de empresas. Vemos que no se cumple en las empresas de tipo D. Corrijamos, pues, de nuevo el plan. Si destinamos otra empresa de tipo B a la producción de artículos n.º 2 aumentaremos en 200.000 el número de dichos artículos y disminuiremos el número de artículos n.º 1 en 400.000; pero si dedicamos a la producción de artículos n.º 1 tres empresas del tipo D, aumentaremos en 600.000 el número de estos artículos y en cambio disminuiremos tan sólo en 150.000 la producción de artículos n.º 2. En este caso el número de artículos obtenidos aumenta respectivamente en 200.000 y 50.000, respetando al mismo tiempo la proporción establecida. Podemos

pues destinar no dos, sino tres empresas del tipo B a la producción de artículos n.º 2 y, en compensación, destinaremos seis empresas del tipo D a la producción de artículos n.º 1. De este modo obtenemos un aumento doble al anterior y llegamos al plan reflejado en el cuadro 4.

Con ello las empresas del tipo D se destinan a la producción de ambos artículos, con las evaluaciones 1 y 4; estas evaluaciones conducen, en los otros tipos de empresas, a la elección de las producciones más rentables. Tenemos, pues, la seguridad de que el plan es óptimo. El proceso de mejoramiento ha terminado.

4. **Métodos gráficos.** — Junto a los métodos de cálculo se pueden utilizar métodos gráficos simples para comprobar si el plan dado es óptimo, o para la elección del plan óptimo y las evaluaciones o. d. Aunque estos métodos no pueden aplicarse prácticamente más que para dos o a lo sumo tres clases de producción, vamos a exponerlos, ya que las representaciones gráficas ponen de relieve de una manera más clara la esencia del problema y las propiedades de las evaluaciones.

Para ilustrar la optimalidad de un plan procederemos de la manera siguiente. El saber si para una empresa es más rentable la fabricación de artículos n.º 1 que la de artículos n.º 2, depende de las evaluaciones respectivas. Si se elige la evaluación $m = 1$ para los artículos n.º 1, bastará definir la evaluación n de los artículos n.º 2. Para las empresas del tipo A, si $n < 6{,}7$, la rentabilidad más elevada se obtiene con la fabricación de artículos n.º 1, y si $n > 6{,}7$, con la producción de artículos n.º 2. Lo mismo podría hacerse para las otras empresas. De este modo, trasladando sobre un gráfico los valores correspondientes, se puede definir el campo de variación de los valores de n favorable a los artículos n.º 1 y a los artículos n.º 2. En la figura 1 se representan estos campos para los distin-

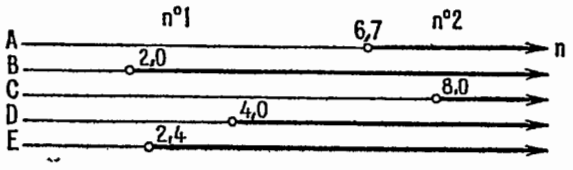

FIG. 1

tos tipos de empresa (la parte favorable a los artículos n.º 1 se sitúa a la izquierda del punto de separación y para los artículos n.º 2 a la derecha).

Examinemos ahora un plan (por ejemplo, el plan del cuadro 4). La decisión de fabricar determinado artículo en las empresas de un tipo dado significa que n está situada en la parte favorable a esta clase de artículos. Podemos sombrear, para cada tipo de empresa, la parte favorable a la producción de artículos que la misma fabrica en el plan considerado

(fig. 2).[11] Si este plan es óptimo (y sólo en este caso), debe existir una evaluación para la cual todas las producciones elegidas sean rentables.

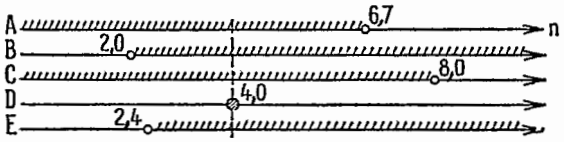

FIG. 2

En el caso de la figura 2, que corresponde al plan del cuadro 4, existe un punto común ($n = 4$) (línea de trazos); por consiguiente el plan es óptimo.

En el caso de la figura 3, correspondiente al plan del cuadro 3, no puede trazarse tal línea; el plan no es óptimo.

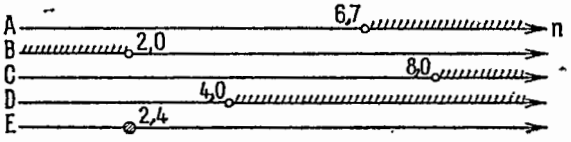

FIG. 3

Para hallar el plan óptimo se puede utilizar la construcción siguiente, que repite el cálculo que nos permitió, al principio, descubrir este plan (pág. 16). En primer lugar señalaremos (fig. 4) para cada tipo de empresas los "dominios de influencia" de los artículos n.º 1 y n.º 2 (las fronteras que se marcaron ya en la figura 1).

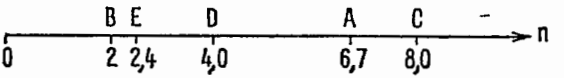

FIG. 4

En principio dediquemos todas las empresas a los artículos n.º 2; obtenemos 1.725.000 y cero artículos n.º 1. En la figura 5 señalamos el punto correspondiente (punto I). La evaluación relativa mayor del artículo n.º 2 es la de las empresas del tipo C (fig. 4). Por consiguiente, si hay que fabricar artículos n.º 1 es conveniente empezar dedicando a ello las em-

11. Por ejemplo, para las empresas de tipo A dedicadas a la fabricación de artículos n.º 1, la parte sombreada está situada a la izquierda del punto de separación correspondiente a $n = 6{,}7$. Para las empresas del tipo D, asignadas a la fabricación de las dos clases de artículos, está sombreado tan sólo el punto de separación, puesto que se utilizan racionalmente tan sólo para $n = 4$.

presas del tipo C. Obtenemos así un nuevo punto (II); de igual modo se obtienen los puntos I, II, III, IV, V, VI. Las coordenadas de estos puntos se corresponden a las producciones señaladas en el cuadro 11.

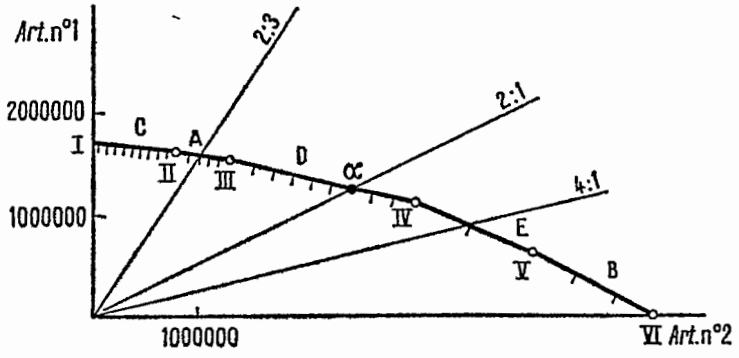

FIG. 5

Tracemos ahora la quebrada que une estos puntos. Dividamos cada segmento de esta línea en tantas partes iguales como empresas existan de cada tipo (excepto el primer segmento en el que una división representa a cuatro empresas). Ahora podemos obtener inmediatamente el plan óptimo, sea la que fuere la producción establecida. Así, en el caso de una proporción 2 : 1 (el doble de artículos n.° 1 en relación a los artículos n.° 2) obtenemos el punto α, correspondiente al plan óptimo, por la intersección de la recta que representa dicha relación y la línea quebrada. Se observa, en la figura 5, que la producción de artículos n.° 1 es de 2.500.000 unidas unidades y la de artículos n.° 2, 1.250.000 unidades. Las empresas de los tipos C y A y seis del tipo D, deben destinarse a la producción de artículos n.° 1 y el resto a la producción de artículos n.° 2; es decir, obtenemos el plan del cuadro 4, como podíamos suponer. Observemos que la pendiente (valor absoluto del coeficiente angular) del segmento III - IV, que es igual a 1 : 4 = 0,25, es el valor de la relación de las evaluaciones o. d. de los artículos n.° 1 y n.° 2.

La línea I - II - III - IV - V - VI delimita, junto con los ejes, un polígono. Es el polígono que limita los planes posibles, de tal modo que la producción correspondiente a cada plan (por ejemplo, los planes dados en los cuadros 2 y 3) está representada por un punto de esta área poligonal, y a la inversa, a cada uno de estos puntos del polígono le corresponde un plan de producción posible.

La misma solución gráfica puede obtenerse por otro sistema, utilizando una representación sobre una recta en vez de una representación en el plano. Reemplacemos, para los puntos I - VI, los valores absolutos de la

producción de cada uno de los artículos por las producciones relativas (cuadro 11).

En la figura 6 los puntos I - VI se trazan a partir del porcentaje de artículos n.° 1.

CUADRO 11. — *Producciones totales y relativas de cada artículo (para conseguir el reparto racional de la producción entre empresas)*

Puntos	Artículos		Artículos en % de su número total	
	n.° 1	n.° 2	n.° 1	n.° 2
I	0	1.725.000	0	100
II	800.000	1.625.000	33	67
III	1.300.000	1.550.000	46	54
IV	3.100.000	1.100.000	74	26
V	4.300.000	600.000	88	12
VI	5.500.000	0	100	0

Si ahora queremos determinar el plan óptimo para una cierta proporción establecida, por ejemplo: 2 : 1, señalemos esta relación en la figura (67 % y 33 %; punto α); vemos inmediatamente que para que el plan sea óptimo los artículos n.° 1 deben producirse por las empresas C, A y en parte de las empresas D (a la izquierda del punto α de la figura 6); volvemos a obtener una vez más el plan del cuadro 4.

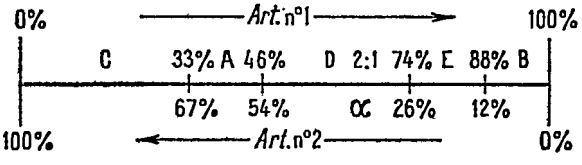

FIG. 6

Peculiaridades de las evaluaciones o. d.

El carácter concreto de las evaluaciones o. d. — Señalemos algunas propiedades importantes de las evaluaciones o. d., en las que se basan sus aplicaciones y que aclaran su sentido y alcance. Ante todo, las evaluaciones o. d. tienen un carácter concreto; están determinadas por la situación concreta y se establecen en relación estrecha con todas las condiciones del problema: proporción establecida de la producción, número de empresas de cada tipo, capacidad de producción de cada artículo. La modificación de una cualquiera de estas condiciones puede entrañar una va-

riación de las evaluaciones o. d. Observemos, por ejemplo, cómo afecta la modificación de la proporción establecida a las evaluaciones o. d.

Examinemos el mismo ejemplo, pero ahora con la condición de que se requiere un 50 % más artículos n.° 2 que de artículos n.° 1, es decir, la proporción establecida es de 2 : 3 en vez de 2 : 1. En este caso, razonando como antes, vemos que para obtener el plan óptimo conviene destinar a la producción de artículos n.° 2 las empresas D restantes. Pero ello no basta todavía; es preciso, además, destinar dos empresas del tipo A a la producción de artículos n.° 2. Entonces la producción será de 1.100.000 artículos n.° 1 y 1.580.000 artículos n.° 2, es decir, prácticamente se cumple la relación deseada 2 : 3 (cf. también figura 5).

Por otra parte, como en el caso considerado, las empresas del tipo A se utilizan a la vez para la fabricación de artículos n.° 1 y de artículos n.° 2, las evaluaciones o. d. vienen determinadas por la condición de igual rentabilidad de las empresas de este tipo para ambos artículos, o sea, $n = 6{,}7$ (hacemos $m = 1$); es decir, se definen por la relación de gastos de las empresas del tipo A. Como vemos, las nuevas evaluaciones o. d. son superiores a las anteriores. Esto es natural; cuando la necesidad de artículos n.° 2 crece, es superior el número de empresas menos adaptadas ocupadas en su producción, y para las cuales la fabricación de estos artículos es relativamente más difícil (en comparación con los artículos n.° 1). Por consiguiente, aumenta también el coste relativo de estos artículos.

Sea ahora la proporción establecida de producción 4 : 1, es decir, que se reduce la necesidad de artículos n.° 2. Entonces hay que dedicar a la producción de artículos n.° 1 todas las empresas del tipo D e incluso una empresa del tipo E. Para el plan obtenido (óptimo para la proporción dada) la producción es de 3.700.000 artículos n.° 1 y 850.000 artículos n.° 2. La evaluación o. d. de los artículos n.° 2, definida por la condición de igual rentabilidad (para los dos artículos) en las empresas del tipo E, es igual a $n = 2{,}4$ ($m = 1$). La disminución de la evaluación o. d. es natural, ya que dedicamos a la producción de artículos n.° 2 tan sólo las empresas mejor adaptadas, en las que el volumen relativo de trabajo es más pequeño. Los resultados obtenidos pueden formularse de la manera siguiente:

Conclusión 6. — *Las evaluaciones objetivamente determinadas son concretas y dinámicas; están determinadas por el conjunto de las condiciones: datos relativos a la proporción establecida de producción, número de empresas de cada tipo, capacidades de producción, y se modifican al variar estas condiciones. En particular, las variaciones en las proporciones establecidas que entrañan un aumento de las necesidades de ciertos artículos se acompañan de un incremento relativo de sus gastos y, en*

consecuencia, de sus evaluaciones o. d.; la disminución de las necesidades va acompañada de una reducción de las evaluaciones o. d.[12]

Conviene destacar que a consecuencia de diversas medidas económicas tomadas por el partido y el gobierno se producen situaciones de este tipo. Así en 1936, en relación con el problema de promover el desarrollo futuro de la industria ligera, se consideró necesario aumentar la producción de algodón. Para alcanzar esta finalidad se aumentó notablemente el precio del algodón. En consecuencia, en tierras dedicadas anteriormente al cultivo de cereales fue entonces más ventajoso cultivar algodón. Esta medida creó unas condiciones favorables al aumento de la superficie cultivada de algodón.

Podrían darse otros ejemplos. No obstante, conviene señalar que tales disposiciones tomadas por organismos locales no siempre fueron racionales. Por otro lado, la medida en que los precios debían modificarse se determinaba, hasta cierto punto, de modo subjetivo.

Estabilidad de las evaluaciones o. d. — Introduzcamos una modificación de pequeña importancia en la proporción establecida; por ejemplo, cambiemos la proporción 2 : 1 por la 4 : 3. En este caso, como se puede comprobar fácilmente, obtenemos el plan óptimo transfiriendo otras tres empresas del tipo D a la producción de artículos n.º 2 (habrá seis en total). Obtenemos 1.900.000 artículos n.º 1 y 1.400.000 artículos n.º 2 (la proporción se observa casi exactamente). De este modo las empresas del tipo D producen las dos clases de artículos y las evaluaciones o. d. permanecen iguales (1 y 4). Puede comprobarse que pequeños cambios en las otras condiciones (número de empresas, capacidades de producción) tampoco modifican las evaluaciones o. d. o las modifican tan sólo ligeramente. Sin embargo, debemos añadir que si examinamos un ejemplo más cercano a la realidad, en el que el número de tipos de empresas sea más elevado y las capacidades de producción diferentes, incluso para empresas del mismo tipo, el número de valores posibles de las evaluaciones n será muy superior a 5 (como antes: 8; 6,7; 4; 2,4; 2). En este caso, las evaluaciones podrían modificarse por variaciones poco importantes en las condiciones, pero variarían tan sólo ligeramente, ya que entonces serían sustituidas por valores próximos. De este modo hemos puesto de relieve una propiedad importante de las evaluaciones o. d. que llamaremos su *estabilidad.*

Conclusión 7. — *Las evaluaciones o. d. poseen una cierta estabilidad, es decir, que para pequeñas modificaciones en las condiciones de los problemas (proporciones establecidas, número de empresas, capacidades*

12. Conviene mencionar que si bien ello ocurre en las condiciones de los problemas esquematizados que se examinan, no ocurre siempre así en la realidad, debido a un cúmulo de circunstancias que no hemos considerado.

de producción), en general las relaciones de las evaluaciones o. d. permanecen invariables, o bien varían tan sólo ligeramente.

Esta propiedad es muy útil, en particular en los dos casos siguientes. En primer lugar, en la búsqueda del plan óptimo y de las evaluaciones o. d., permite limitarse al principio a los tipos de empresas más importantes y más representativas, y determinar las evaluaciones o. d. mediante la resolución de un problema simplificado. Entonces, el problema de la utilización de las otras empresas puede resolverse a base de las evaluaciones halladas, ya que la existencia de estas pequeñas empresas no puede modificar las evaluaciones de manera sustancial. De este modo, se obtiene el plan óptimo o un plan muy cercano al mismo. En segundo lugar, para la evaluación de las variaciones relativas a la actividad de una empresa particular cualquiera (aumento de su capacidad, paro momentáneo, etcétera), puede procederse al cálculo a partir de los valores hallados de las evaluaciones o. d., sin tener en cuenta la influencia que pueda tener sobre ellas el cambio que esta empresa provoca en las condiciones del problema.

En relación con lo anterior, conviene recordar aquí las resoluciones de la Asamblea Plenaria del Comité Central del P. C. de la Unión Soviética, de julio de 1958 y la exposición de N. S. Kruschev "Sobre la supresión de las entregas obligatorias y los pagos en especie de los trabajos de las M. T. S., y sobre la nueva organización de precios y condiciones de producción de los productos agrícolas" *, en donde se subrayó la importancia de la elaboración de un sistema de precios científicamente establecido, que reflejara los cambios dinámicos en las condiciones de producción, garantizando, al mismo tiempo, la estabilidad necesaria de los precios.

Realidad de las evaluaciones o. d. — En nuestro ejemplo la relación de los costes de fabricación de los artículos n.° 1 y n.° 2 era 1 : 4. Esta relación no es ficticia, sino que puede darse de hecho; es decir, que en vez de fabricar 4 artículos n.° 1 se puede fabricar un artículo n.° 2 e inversamente. En realidad, basta transferir una empresa del tipo D de la producción de artículos n.° 1 a la producción de artículos n.° 2 y en vez de 200.000 artículos n.° 1,[13] obtendremos 50.000 artículos n.° 2. Asimismo, mediante una transferencia inversa, obtendremos en vez de artículos n.° 2, un número correspondiente de artículos n.° 1, de acuerdo con la misma equivalencia (1 : 4). Cada una de estas modificaciones transforma nuestro plan óptimo inicial en otro plan correspondiente a una proporción establecida distinta. De este modo obtenemos:

---

13. Tal concretización de las relaciones de las evaluaciones o. d. atestigua, una vez más, el hecho de que reflejan correctamente las relaciones de los costes de fabricación para el plan óptimo.

* Las M. T. S. son estaciones de maquinaria agrícola y tractores.

Conclusión 8. — *La relación de las evaluaciones o. d. es real, es decir, que según las equivalencias definidas por estas evaluaciones, puede reemplazarse realmente un cierto número de unidades de una producción por el número correspondiente de la otra e inversamente. De modo más exacto, si para dos artículos la relación de las evaluaciones o. d. del trabajo para su fabricación es* m : n, *se pueden introducir de modo general modificaciones en el plan de forma que se reduzca la cantidad del primer artículo es un número* rn *de unidades y aumente en* rm *unidades la cantidad del segundo artículo. Después de estas modificaciones el plan continúa siendo óptimo (para las proporciones establecidas modificadas).*

Esta propiedad de las evaluaciones o. d. es muy útil, pues aclara el carácter de las modificaciones que se pueden introducir en el plan. Hay que añadir que nuestros precios están lejos de poseer siempre esta propiedad. Si según el plan está previsto obtener por 1.000 rublos madera para la construcción, no siempre existe la posibilidad de reemplazarla por cemento por la misma suma. En particular, la reglamentación rígida de los gastos del Estado es consecuencia de tal falta de realismo en las relaciones de precios (imposibilidad de reemplazar ciertos materiales y servicios por otros, de acuerdo con su precio).

Sin embargo, la prohibición legal de tales sustituciones o su imposibilidad debida a la limitación en las reservas de materiales, no son la única causa. Con frecuencia existe la creencia de la no equivalencia de estos dos productos desde el punto de vista de su significación económica y de la medida de los gastos necesarios para su producción.[14]

La imposibilidad de efectuar relaciones válidas de precios tiene como consecuencia que, a menudo, los cálculos fundados sobre los mismos no sean reales, y que las conclusiones a que conducen sean prácticamente incorrectas o irrealizables.

Aplicaciones de las evaluaciones o. d.

Cambios en el programa. — Gracias a sus propiedades y a sus relaciones con el plan óptimo, las evaluaciones o. d. pueden utilizarse provechosamente para la resolución de diversos problemas de planificación económica.

Supongamos que se modifica el programa inicial (artículos n.° 1: 2.500.000; artículos n.° 2: 1.250.000) siendo los nuevos datos: 3.000.000

14. Un testimonio indiscutible de una situación de este tipo lo proporciona el mantenimiento, durante largo tiempo, del funcionamiento de algunas empresas con pérdidas, en particular en la industria pesada. Es evidente que sólo estas razones pueden justificar que una empresa que fabrique hierro o acero por valor de 1.000 rublos soporte, al mismo tiempo, gastos (de otros géneros) de 1.500 rublos.

de artículos n.º 1 y 1.000.000 de artículos n.º 2. ¿Es realizable este programa? Como las modificaciones no son importantes podemos utilizar las evaluaciones iniciales (1 y 4). Para los datos primitivos la evaluación de la producción es igual a

$$2.500.000 \times 1 + 1.250.000 \times 4 = 7.500.000$$

y para los nuevos datos,

$$3.000.000 \times 1 + 1.000.000 \times 4 = 7.000.000.$$

Según este cálculo vemos que los nuevos datos no sólo son realizables, sino que incluso pueden ser superados en un $(7.500.000 - 7.000.000) : 7.000.000 = 7\,\%$. En efecto, pasando tres empresas del tipo D de la producción de artículos n.º 2 a la producción de artículos n.º 1 obtenemos 3.100.000 artículos n.º 1 y 1.100.000 artículos n.º 2.

Otro ejemplo. — Se sustraen tres empresas del tipo A de la producción. Se trata de evaluar cuáles son las repercusiones en cuanto a la realización del programa, manteniéndose las condiciones iniciales y, en particular, la proporción establecida. Como en el plan del cuadro 4 las empresas del tipo A se destinaban a la producción de artículos n.º 1, la producción de tres de ellas se evalúa en: $3 \times 100.000 \times 1 = 300.000$.

Como la evaluación de la producción total era 7.500.000, vemos que ésta disminuye en un 4 %, es decir, ha de reducirse el número de artículos n.º 1 en 100.000 (4 % de 2.500.000) y en 50.000 el número de artículos número 2. En realidad, debido a la desaparición de tres empresas del tipo A el número de artículos n.º 1 se reduce en 300.000. Para restablecer la proporción establecida transfiramos una empresa del tipo D de la producción de artículos n.º 2 a la de artículos n.º 1. Obtendremos entonces un plan (de nuevo óptimo) para el cual la producción de artículos n.º 1 será 2.400.000 y la de artículos n.º 2, 1.200.000, es decir, con ello se ha disminuido la producción en un 4 %.

Conclusión 9. — *Las evaluaciones o. d. pueden utilizarse en el cálculo de las posibilidades de realización del programa en el caso de variaciones (pequeñas) en los datos del plan o en las capacidades de producción. Para resolver este problema es preciso evaluar los nuevos datos (o las capacidades de producción) utilizando las evaluaciones o. d. ya obtenidas, correspondientes al plan óptimo inicial.*

Comparación de los modos de organizar la producción. — Las evaluaciones o. d. tienen aplicaciones en la resolución de otros problemas importantes relativos a la elección de un modo de organizar la producción entre varios posibles que suponen producciones distintas. Examinemos algunos ejemplos.

1. Añadamos al grupo dado una nueva empresa, de tipo F. Si se destina a la producción de artículos n.º 1, ésta será igual a 450.000 unidades;

si a la de artículos n.º 2 su producción será de 150.000. ¿Qué es lo mejor?

Comparemos las producciones netas para las dos variantes a partir de las evaluaciones o. d. Obtenemos $450.000 \times 1 = 450.000$ y $150.000 \times \times 4 = 600.000$. Por consiguiente, es preferible dedicar la empresa F a la producción de artículos n.º 2. Puesto que tendrá lugar un aumento de 150.000, conviene destinar una empresa del tipo D a la producción de artículos n.º 1 a fin de respetar la proporción establecida. En cuyo caso obtenemos:

$$2.500.000 + 200.000 = 2.700.000 \text{ artículos n.º 1 y}$$
$$1.250.000 + 150.000 - 50.000 = 1.350.000 \text{ artículos n.º 2.}$$

Obtenemos de nuevo un plan óptimo, ya que la proporción establecida de producción se mantiene (2 : 1) y se observa el principio de rentabilidad (para las evaluaciones 1 y 4).

2. Para una de las empresas del tipo E se propone una nueva organización de la producción que permitiría la fabricación simultánea de los dos artículos. La producción sería entonces de 550.000 artículos n.º 1 y 150.000 artículos n.º 2. ¿Es ventajoso adoptar esta nueva organización?

La producción neta de la empresa en su organización primitiva (producción de artículos n.º 2) se evalúa en $250.000 \times 4 = 1.000.000$ y para la organización propuesta en $550.000 \times 1 + 150.000 \times 4 = 1.150.000$. De modo que la comparación basada en las evaluaciones o. d. demuestra que es preferible introducir el cambio. En realidad, en este caso, es fácil obtener un plan para que el volumen de producción del grupo de empresa sea más elevado que al principio, para ambos artículos.

3. Se propone un tipo de cooperación entre las empresas A y B para el cual la producción total será 250.000 artículos n.º 2. ¿Es ventajosa esta cooperación?

Evaluando las producciones obtenemos:

En la situación primitiva:

$$100.000 \times 1 + 200.000 \times 4 = 900.000,$$

y para la utilización propuesta:

$$250.000 \times 4 = 1.000.000.$$

La cooperación es ventajosa. La legitimidad de esta conclusión viene confirmada por el plan dado en el cuadro n.º 12, en donde, mediante la cooperación entre tres grupos de empresas A y B, obtenemos una producción total más elevada.

No carece de interés examinar lo que obtendríamos si intentamos responder a estos problemas a partir de evaluaciones (o de precios) *a priori*, diferentes de las evaluaciones o. d. Partamos, por ejemplo, de las evaluaciones 20 y 35. Entonces la evaluación de la producción de la empresa del tipo F es: para la producción de artículos n.º 1, $450.000 \times 20 = 9.000.000$ de rublos; para la producción de artículos n.º 2, $150.000 \times$

CUADRO 12. — *Cooperación de las empresas A y B*

Tipo de empresa	Número de empresas	Producción	
		artículos n.º 1	artículos n.º 2
A	2	200.000	—
A + B	3+3	—	750.000
C	40	800.000	—
D	8;1	1.600.000	50.000
E	2	—	500.000
Total		2.600.000	1.300.000

$\times 35 = 5.250.000$ rublos. Llegamos a la conclusión de que esta empresa ha de dedicarse a la producción de artículos n.º 1, contrariamente a lo que se ha obtenido antes. Esta conclusión es, sin duda, incorrecta. Si nos quedáramos con la misma nos alejaríamos sensiblemente del plan óptimo. La utilización de estas evaluaciones *a priori* en el segundo ejemplo da lugar, aunque de una manera totalmente fortuita, a una conclusión correcta (la misma a la que conducen las evaluaciones o. d.).

En el ejemplo 3, si comparamos el valor de las producciones antes y después de la cooperación de las empresas A y B, obtenemos respectivamente:

$$100.000 \times 20 + 200.000 \times 35 = 9.000.000 \text{ rublos y}$$
$$250.000 \times 35 = 8.750.000 \text{ rublos,}$$

es decir, la cooperación propuesta daría lugar a una disminución en el valor de la producción y, por este motivo, debería ser rehusada. Evidentemente, esta conclusión es incorrecta, lo que muestra claramente el cuadro 12, ya que la cooperación permite aumentar el volumen real de la producción en un 4%. La mala orientación dada por las evaluaciones *a priori* tiene su origen en que, a diferencia de las evaluaciones o. d., no son concretas y no tienen en cuenta todas las particularidades (por ejemplo, el crecimiento rápido de las necesidades de un artículo dado).[15]

En muchos casos en este tipo de problemas la comparación de los precios de coste de una empresa determinada con los precios medios de coste no permite llegar a conclusiones correctas.

15. La dependencia de las evaluaciones o. d. de las necesidades de producción, reflejadas en las proporciones establecidas, se deriva de la influencia de las condiciones de la asignación sobre la objetivamente determinada asignación de los costes a los artículos cuya producción es interdependiente.

Conclusión 10. — *Las evaluaciones o. d. permiten comparar dos modos de organizar la producción de diferentes productos y, en particular, saber si es racional, en las condiciones dadas, aplicar un nuevo modo propuesto y si su aplicación da lugar a un volumen de la producción superior.*

Para efectuar dicha comparación es preciso, a partir de las evaluaciones o. d., calcular la producción (neta) para los dos modos de producción y elegir aquel para el cual la suma de las evaluaciones de la producción es más elevada (principio de rentabilidad). La resolución de estos problemas con ayuda de evaluaciones a priori *(o de precios), distintas de las evaluaciones o. d., puede conducir a conclusiones erróneas.*

Por supuesto, de lo anterior no debe deducirse que los métodos actuales de análisis económico no pueden aplicarse en ningún caso a estos problemas, sino tan sólo que el método de las evaluaciones o. d. permite una mayor aproximación a la solución óptima. Los métodos habituales dan lugar a resultados tanto mejores cuanto las evaluaciones adoptadas (precio de coste, precio) más se acercan a las evaluaciones o. d. Sin embargo, puesto que en la aplicación de las evaluaciones o. d. sólo tienen importancia los valores relativos (el resultado de la comparación no variará si cambian todas proporcionalmente), puede ocurrir que las evaluaciones *a priori* conduzcan a resultados correctos, aunque no coincidan con las evaluaciones o. d., si son proporcionales a ellas.

Observemos además que, gracias a las evaluaciones o. d., se pueden resolver los problemas relativos a la redistribución del programa. Supongamos que existen dos grupos diferentes de empresas y que, dentro de cada grupo, el programa se asigna de la mejor manera entre ellas. Entonces, si para los dos grupos de empresas las evaluaciones o. d. son diferentes, por ejemplo, son 1 : 4 y 1 : 3, es ventajoso proceder a una redistribución del programa: una parte de la producción de artículos n.° 2 asignada anteriormente al primer grupo debería transferirse al segundo, e inversamente para los artículos n.° 1. En tal caso, el volumen total (suma de ambos grupos) de producción aumentará para los dos artículos.

Casos más complejos

El ejemplo considerado antes es particularmente simple, ya que trata tan sólo de la asignación del programa entre dos artículos. En los problemas más complejos, cuando se trata de un número superior de artículos, no es aplicable el sistema utilizado antes para la búsqueda del plan óptimo.

Sin embargo, todas las conclusiones relativas a las evaluaciones o. d. y a los otros métodos de búsqueda del plan óptimo fundadas sobre estas

conclusiones conservan todo su valor en el caso en que no hay sólo dos, sino un número superior de artículos.

Los ejemplos con varias clases de producción que se dan en el párrafo siguiente responden a problemas que, en el fondo, presentan el mismo carácter aunque se formulen de una manera algo diferente.

En el anexo II se da una exposición sistemática de los métodos de cálculo del plan óptimo.

2. *Asignación y elección de los medios de producción*

Planteo del problema

Vamos a examinar ahora, con el empleo del mismo método, el problema relativo a la estructura del plan óptimo de asignación de los medios para la realización de un volumen dado de trabajo. Para destacar mejor la esencia misma del problema nos valdremos todavía de problemas esquematizados.

Supongamos que se necesite realizar, simbólicamente, un conjunto de trabajos (agrícolas, de desmonte, de transporte). Según su propio carácter y según las condiciones estos trabajos pueden dividirse en varios tipos (para los trabajos agrícolas: arar, rastrillar, sembrar, cosechar; para los trabajos de desmonte: allanar los terrenos, cavar zanjas, excavaciones; para el transporte: transporte de diversos tipos de carga a distancias diferentes, etc.). Para efectuar estos trabajos pueden utilizarse diversos medios (tractores de diversos tipos, segadoras-trilladoras, cosechadoras, para los trabajos agrícolas; excavadoras, apisonadoras, palas, para los trabajos de desmonte; camiones, coches-cuba, remolques, ferrocarriles de vía estrecha, para el transporte).

La inmensa mayoría de los medios de producción y transporte puede utilizarse para varios tipos de trabajo y existen, por tanto, índices de su productividad según las diferentes utilizaciones. Es cierto que, para cada trabajo, uno de los medios es el más eficaz (supone el menor precio de coste, la productividad relativa más elevada, etc.). A menudo, cuando se desea acelerar el trabajo, pero el conjunto de máquinas utilizable es limitado, se hace necesario utilizar plenamente todos los medios de producción disponibles, incluso si no son muy adecuados. No obstante, hay que asegurarse que el volumen dado de trabajo a realizar, lo sea en el tiempo más corto posible. Por tanto, debe abandonarse la idea de utilizar cada medio exclusivamente para las operaciones para las que está mejor dotado.

Examinaremos también el problema de la mejor asignación de los medios en las condiciones dadas. Consideraremos un ejemplo numérico concreto con un número reducido de tipos de trabajo y de medios (máquinas).

Ejemplo. — En el cuadro 13 se da el estándar diario de trabajo de cada máquina (medio) para cada tipo de trabajo a los que puede dedicarse. El volumen de trabajo (expresado en unidades referentes al tipo de trabajo considerado: hectáreas, metros cúbicos, toneladas-kilómetro) se indica también en este cuadro.

Se trata de obtener la asignación óptima de los medios disponibles a fin de organizar el conjunto de trabajos en el tiempo más corto posible.

En esencia, este ejemplo no es distinto del de la sección 1, ya que las máquinas juegan aquí el papel de las empresas y el volumen de los trabajos de cada tipo el mismo papel que el número de artículos.

CUADRO 13. — *Estándares de producción*

Trabajos / Máquinas	Tipo	I	II	III
	Volumen	5.000	10.000	10.000
Tipo	Número	Estándares de producción diaria		
A	20	4	10	11
B	50	0,4	—	10
C	30	—	4	6
D	100	0,4	2,5	2,5

Solución. — Como el número de tipos es superior a dos, no podemos seguir el primer método para buscar el plan óptimo, sino que debemos utilizar un método fundado sobre la determinación de las evaluaciones objetivamente determinadas. Apliquemos el segundo método (págs. 28 y siguientes). Conviene pues, antes que nada, definir, aunque sólo sea de una manera aproximada, un sistema de evaluaciones. A tal fin, calculemos la suma de trabajos diarios de todas las máquinas, para cada tipo de trabajo. Obtenemos:

para los trabajos I: $20 \times 4 + 50 \times 0{,}4 + 100 \times 0{,}4 = 140$
» » » II: $20 \times 10 + 30 \times 4 + 100 \times 2{,}5 = 570$
» » » III: $20 \times 11 + 50 \times 10 + 30 \times 6 + 100 \times 2{,}5 = 1.150$

Como el coste de trabajo es inversamente proporcional a la producción y las sumas de los estándares de producción están en las relaciones 1 : 4 : 8, es natural retener, como primera aproximación, para las evaluaciones relativas del coste de los trabajos de cada tipo, las relaciones inversas 1 : 1/4 : 1/8 o bien 8 : 2 : 1.

A partir de estas evaluaciones convencionales calculemos las producciones diarias de cada máquina en cada tipo de trabajo (cuadro 14).

CUADRO 14. — *Producción diaria de las máquinas en cada tipo (según las evaluaciones 8 : 2 : 1)*

Máquinas	Tipos		
	I	II	III
A	**32**	20	11
B	3,2	—	**10**
C	—	8	6
D	3,2	**5**	2,5

CUADRO 15. — *Producción diaria de las máquinas en cada tipo (según las evaluaciones 25 : 4 : 1)*

Máquinas	Tipos		
	I	II	III
A	**100**	40	11
B	**10**	—	**10**
C	—	**16**	6
D	**10**	**10**	2,5

Calculemos también, según estas evaluaciones, el volumen total de estos trabajos y la capacidad total de las máquinas.

Para el volumen total de trabajos obtenemos: $5.000 \times 8 + 10.000 \times \times 2 + 10.000 \times 1 = 70.000$ unidades convencionales. Como las producciones diarias de las máquinas son distintas para los diversos trabajos, calculémoslas *grosso-modo* suponiendo que cada máquina se utiliza de la mejor manera, es decir, que elegimos la cifra más elevada de cada fila. Entonces obtenemos para la producción diaria total: $20 \times 32 + 50 \times \times 10 + 30 \times 8 + 100 \times 5 = 1.880$.

De aquí podemos deducir el tiempo (subestimación del tiempo efectivamente necesario) indispensable para la realización de conjunto de los trabajos $70.000/1.880 = 37$ días. Determinemos ahora el medio con el cual han de realizarse los trabajos de cada tipo. Para los trabajos I utilizaremos ante todo las máquinas A, puesto que para ellas estos trabajos son los más rentables (cf. cuadro 14; las producciones máximas para las evaluaciones dadas se han impreso en negritas). Sin embargo, el volumen de la producción de estas máquinas para los trabajos considerados se eleva tan sólo, para 37 días, a $20 \times 37 \times 4 = 2.960$ en vez de 5.000. Por consiguiente, es preciso además dedicar otras máquinas a estos trabajos; de hecho las máquinas D, ya que la evaluación de su producción está relativamente cerca del máximo (3,2 frente a 5). La producción del conjunto de las máquinas D para los trabajos I es igual a: $100 \times 37 \times 0,4 = = 1.480$. Pero esto no basta; es preciso utilizar también una parte de las máquinas B. Las máquinas mejor adaptadas a los trabajos II son las C y D, de las que existe un número suficiente. Finalmente, dediquemos a los trabajos III el resto de máquinas B. Ahora es fácil definir las evaluaciones o. d. Para los trabajos I retengamos, como hicimos antes, la evaluación $m = 8$. Como las máquinas D se utilizarán para trabajos de los tipos I y II, la evaluación n de los trabajos II ha de ser tal que obtengamos la misma evaluación (igual rentabilidad) para los dos tipos, es decir (cf. cua-

dro 13), tenemos $0{,}4\ m = 2{,}5\ n$; $0{,}4 \times 8 = 2{,}5\ n$, o sea, $n = 1{,}28$. Por otra parte, ya que nos proponemos utilizar las máquinas B para los trabajos I y III, la evaluación p de los trabajos III se obtendrá según la condición: $0{,}4 \times 8 = 10 \times p$; de donde $p = 0{,}32$.

De ese modo, para las evaluaciones de los trabajos obtenemos las relaciones 8 : 1,28 : 0,32, o bien, 25 : 4 : 1. Repitamos los mismos cálculos anteriores a partir de estas evaluaciones. Las evaluaciones de la producción diaria de las máquinas (en las nuevas unidades convencionales) se indica en el cuadro 15.

La evaluación del conjunto de trabajos es ahora $5.000 \times 25 + 10.000 \times \times 4 + 10.000 \times 1 = 175.000$ unidades convencionales, y la producción diaria del conjunto de la máquina: $20 \times 100 + 50 \times 10 + 30 \times 16 + + 100 \times 10 = 3.980$ unidades convencionales.

El tiempo necesario para la realización de los trabajos es pues de $175.000/3.980 = 44$ días.

Comprobemos si efectivamente pueden realizarse todos los trabajos en este tiempo. Es preferible empezar por los trabajos III. Éstos deben efectuarse con las máquinas B; para ello se necesitan 1.000 máquinas-día, o sea, $1.000/44 = 23$ máquinas. El resto debe destinarse a trabajos I.

Para los trabajos II las máquinas C, en 44 días dan lugar a una producción de $30 \times 44 \times 4 = 5.280$ unidades. Las 4.720 unidades restantes pueden ser ejecutadas con las máquinas D; para ello se necesitan $4.720 / (44 \times 2{,}5) = 43$ máquinas. Las 57 máquinas D restantes deben destinarse a los trabajos I. Entonces para los trabajos I, 20 máquinas A, 27 máquinas B y 57 máquinas D producen:

$$44 \times (20 \times 4 + 27 \times 0{,}4 + 57 \times 0{,}4) = 4.998 \text{ unidades,}$$

lo que significa que puede efectuarse efectivamente la totalidad de los trabajos en 44 días. El plan correspondiente se indica en el cuadro 16. Se comprueba fácilmente que este plan es óptimo y que las evaluaciones son objetivamente determinadas, comprobando dos propiedades:

Primero, que se respeta la relación dada del programa. Esto se deduce inmediatamente del cuadro 16.

Por otra parte es evidente, según el cuadro 15, que en este plan las máquinas se emplean de la manera más rentable (dan la producción máxima cuando ésta se mide a partir de las evaluaciones 25 : 4 : 1).

Como ya sabemos (conclusión 4), estas dos propiedades garantizan que el plan es óptimo y que las evaluaciones están objetivamente determinadas.

Evaluaciones de la producción de las máquinas y aplicaciones de estas evaluaciones

Tanto para este ejemplo como para el anterior se pueden demostrar las propiedades de las evaluaciones o. d. (conclusiones 6, 7, 8) y también, de una manera análoga al primer ejèmplo, mostrar la aplicación de las

CUADRO 16. — *Plan óptimo*

Máquinas	Trabajos						Total máquinas
	I		II		III		
A número	20		—		—		20
producción		3.250		—		—	
B número	27		—		23		50
producción		475		—		10.120	
C número	—		30		—		30
producción		—		5.280		—	
D número	57		43		—		100
producción		1.003		4.720		—	
Producción total		4.998		10.000		10.120	

evaluaciones o. d. para la resolución de diversos problemas referentes a modificaciones del plan. Veamos únicamente un ejemplo de esta clase, que nos dará la oportunidad de aclarar algunos nuevos aspectos de la cuestión. Supongamos que se pida, además de lo anterior, realizar trabajos de un nuevo tipo IV, por una cantidad de 2.500 unidades, que pueden efectuarse con las máquinas C (capacidad de producción de 8 unidades físicas por día), o con las máquinas D (capacidad de producción: 3 unidades físicas por día). ¿Qué tipo de máquinas conviene utilizar? Dado que el volumen de trabajos complementarios es pequeño en relación al conjunto del plan, la búsqueda de la solución puede basarse en las evaluaciones halladas antes (en virtud de su estabilidad). Según el cuadro 15 vemos que la evaluación (de la producción diaria) de las máquinas C es igual a 16 y, como para realizar una unidad de trabajo del tipo IV las máquinas C deben funcionar durante 1/8 de día, los costes por una unidad son iguales a $16 \times (1/8) = 2$ unidades convencionales. Como la evaluación de la máquina C es igual a 10, cuando se utiliza en la operación IV (1/3 de día por unidad), los costes son $10/3 = 3{,}3$ unidades convencionales. Vemos, por tanto, que es mejor efectuar los trabajos IV con las máquinas C. De ahí se deduce claramente también que la evaluación de la unidad del tipo de trabajo IV será igual a 2. ¿En cuánto aumenta el tiempo de ejecución de los trabajos cuando se añade el tipo IV? La evaluación del volumen total del trabajo IV es de $2.500 \times 2 = 5.000$ unidades convencionales. Como la producción diaria total de las máquinas es 3.980 unidades convencionales, se necesita un suplemento de $5.000/3.980 = 1{,}26$ días; o sea, incluidos los trabajos iniciales, se necesita un total de 45, 26 días.

Señalemos que en la resolución de este problema hemos obtenido, al mismo tiempo que las evaluaciones de cada tipo de trabajo, una evaluación

para cada máquina. De hecho esta evaluación es la expresión, en unidades convencionales, de la producción diaria de una máquina dada para los trabajos a los que se destina en el plan óptimo. En nuestro ejemplo (cuadro 15): 100 para la A, 10 para la B, 16 para la C, 10 para la D. Estas evaluaciones sirven para resolver el problema relativo a la elección de las máquinas a destinar para la ejecución de los trabajos IV, que acabamos de examinar. Hemos efectuado la elección de acuerdo con el principio de rentabilidad y a partir de estas evaluaciones. Lo anterior puede formularse de la siguiente manera:

Conclusión 11. — *Cuando se efectúa la asignación del programa se obtiene la evaluación o. d. de cada máquina (su productividad real) al mismo tiempo que la de la unidad física de cada tipo de trabajo. La evaluación o. d. de cada máquina es igual a su producción diaria (en unidades convencionales) del tipo de trabajos a que se destina en el plan óptimo.*

Con la ayuda de estas evaluaciones se puede resolver, en particular, el problema de la selección de los medios apropiados para realizar un trabajo dado. La elección de la solución debe guiarse por el principio de los costes mínimos (y de la mayor rentabilidad). Para ello conviene evaluar los costes a partir de los tiempos-máquina necesarios para la producción de una unidad física de los distintos tipos de trabajo y de las evaluaciones o. d. de las máquinas. Entre todos los medios se elegirá aquel para el cual los gastos sean mínimos.

A partir de las evaluaciones de la producción y las evaluaciones de la productividad de las máquinas podemos exponer de otra manera el plan óptimo y los medios que se emplean en el mismo. Si para un medio de producción dado (realización de un trabajo determinado con la ayuda de una máquina dada), comparamos la evaluación global de la producción diaria y la evaluación de los costes (producto del tiempo-máquina por su evaluación o. d.), en el plan óptimo estas evaluaciones son iguales. Por ejemplo, para las máquinas C se obtiene, para los trabajos del tipo II:

$$4 \times 4 = 16 \times 1;$$

al contrario, para los medios no utilizados en dicho plan la evaluación de la producción es inferior (más exactamente, inferior o igual) a la evaluación de los gastos; por ejemplo, para los trabajos II efectuados con las máquinas A, se obtendría:

$$4 \times 10 < 100 \times 1.$$

Dicho en otras palabras, *en el plan óptimo los medios se utilizan racionalmente (sin pérdidas): su producción justifica los gastos correspondientes; al contrario, el empleo de los medios no utilizados no se justificaría;* para ellos la evaluación de la producción sería inferior o igual a la evaluación de los gastos en que se ha incurrido (según las evaluaciones o. d).

Esta conclusión tiene un significado económico muy claro: las evaluaciones o. d. determinan los gastos necesarios de producción en las condiciones dadas y el plan óptimo puede, por tanto, limitarse a aquellos medios en los que los gastos por unidad de producción son iguales a los gastos necesarios.

Examinaremos ahora, de modo detallado, algunas aplicaciones de las evaluaciones o. d. que no se han visto en el primer ejemplo.

Asignación de los medios de producción entre varias unidades de producción

Supongamos que los trabajos se efectúan en tres unidades de producción. Se trata de repartir los medios entre estas unidades y determinar el plan de trabajos para cada una. Los datos correspondientes se indican en el cuadro 17.

CUADRO 17. — *Reparto de los medios entre varios sectores*

Unidad de producción	Medios	Programa	Reparto de los medios por trabajos (en máquinas-día)	Plazo (en días)
1.ª . . .	A — 10	I — 3.000	450 (A) + 3.050 (B)	
	B — 50	II — 4.000	160 (A) + 610 (C)	61
	C — 10			
2.ª . . .	D — 100	I — 2.000	5.000 (D)	
		III — 2.000	800 (D)	58
3.ª . . .	A — 10	II — 6.000	600 (A)	
	C — 20	III — 8.000	30 (A) + 1.260 (C)	63

En la penúltima columna se indican los días-máquina que a cada uno de los diferentes tipos de trabajo se dedica cada máquina; en la última los días que en cada unidad de producción se necesitan para realizar la totalidad del trabajo.

Es fácil comprobar que para *cada unidad de producción* los medios existentes se utilizan de la mejor manera, es decir, que los programas de trabajo se realizan en los menores lapsos de tiempo. En particular, la asignación de los trabajos dados entre las dos primeras unidades es la única posible si se quieren utilizar al máximo los medios disponibles.

Considerando en conjunto los trabajos y medios para las tres unidades de producción, vemos que la totalidad de los trabajos del tipo I es igual a: 3.000 + 2.000 = 5.000; 10.000 unidades para el tipo II e igualmente 10.000 para el III. Se dispone de 10 + 10 = 20 máquinas A, de 50 má-

quinas B, de 30 máquinas C y de 100 máquinas D. Se trata, pues, exactamente del mismo programa de trabajo y de los mismos medios que en el problema examinado antes. ¿Por qué razón se necesitan ahora por término medio 61 días mientras que antes bastaban 44? La explicación está en que los medios no se reparten de una manera satisfactoria *entre las unidades de producción.* Para que estos trabajos se pudieran efectuar en 44 días, habría que asignar estos medios de distinta forma, por ejemplo, destinar al primer sector 17 máquinas A y 23 máquinas C, etc. Tal asignación se indica en el cuadro 18.

En otros casos puede ser mejor proceder a una redistribución del programa entre las unidades de producción o bien a una redistribución de los medios combinada con la del programa.

CUADRO 18. — *Reparto de los medios entre sectores, para reducir el tiempo de ejecución de los trabajos*

Unidad de producción	Medios	Programa	Reparto de los medios por trabajos (en máquinas-día)	Plazo (en días)
1.ª . . .	A — 17 C — 23	I — 3.000 II — 4.000	748 (A) 1.012 (C)	44
2.ª . . .	A — 3 B — 82 D — 57	I — 2.000 III — 2.000	132 (A) 1.188 (B) 2.508 (D) 220 (B)	44
3.ª . . .	B — 18 C — 7 D — 43	II — 6.000 III — 8.000	308 (C) 1.892 (D) 792 (B)	44

Si nos dan un plan de asignación de los medios y trabajos por unidades de producción, su racionalidad o irracionalidad se descubre inmediatamente por la elaboración de un sistema de evaluaciones o. d. de los distintos tipos de trabajos (o de máquinas). Para el plan dado en el cuadro 17, comparando las relaciones de las evaluaciones de los trabajos (basándonos en que los trabajos I y III se realizan con la ayuda de las máquinas A y D) obtenemos relaciones incompatibles:

$$4\,m = 11\,n, \qquad 0{,}4\,m = 2{,}5\,n.$$

Por consiguiente, este plan no es racional (cf. conclusión 5). Al contrario, el sistema de evaluaciones correspondiente al plan del cuadro 18 está de acuerdo con el principio de rentabilidad ($m = 25$, $n = 4$, $p = 1$), lo que confirma su carácter racional.

Es importante observar que si no se procede a un análisis de la optimidad del plan global, puede pasar inadvertida una asignación irracional,

pues todo parece indicar que se trata del mejor: las máquinas trabajan a plena carga, se alcanzan los objetivos de producción. El plan no es racional puesto que una máquina muy compleja se usa para operaciones simples, y un trabajo complejo y difícil se realiza a mano o con máquinas sencillas. Esto puede pasar fácilmente desapercibido en la primera unidad de producción, pues en ella una máquina compleja puede utilizarse rentablemente para trabajos simples y, puesto que la máquina está disponible, es justificado utilizarla en este tipo de trabajos; en la segunda unidad de producción la operación manual o una máquina simple están también justificados, pues no se dispone de la máquina adecuada. Esta asignación incorrecta de los medios va acompañada corrientemente de retrasos en el cumplimiento del programa.

En nuestro país, las pérdidas originadas por asignaciones no óptimas de los medios o los trabajos ocupan un lugar muy importante.

Así, en el pasado, durante el período de la siembra en un distrito, a veces se utilizaban los tractores para operaciones ligeras (rastrillar), pues eran abundantes y se disponía de carburante para los mismos. Mientras, en un distrito vecino incluso se araba con caballos.

En los trabajos de desmonte no era rara la utilización de excavadoras para cavar pequeñas zanjas y otros trabajos ligeros. Ello exigía frecuentes desplazamientos a consecuencia del débil coeficiente de carga. En cambio, en los lugares en donde estas mismas excavadoras podrían haberse utilizado con plena eficacia, se efectuaban manualmente importantes trabajos de desmonte.

Situaciones de este tipo se encuentran también, con frecuencia, en los transportes y en muchos otros trabajos.

Hay que añadir que las respuestas esquemáticas dadas a los problemas relativos a la organización racional de los trabajos y a la elección de los medios según índices generales que no tengan en cuenta toda la serie de particularidades locales están lejos de agotar la materia.

Un plan concreto y detallado de los trabajos ha de tener en cuenta las condiciones de cada uno de ellos, las particularidades de los trabajos anexos, los gastos para cada clase de trabajo, etc.

Sin embargo, un plan esquematizado, establecido según los datos y las evaluaciones o. d. globales, puede ser una ayuda eficaz para la elaboración de un plan concreto, dando indicaciones sobre los medios a asignar a cada tipo de trabajo y sobre cómo realizar la asignación de los medios entre las diferentes unidades de producción, según el volumen y tipo de los trabajos. Así, como resultado de la elaboración de este plan global, es posible analizar cada problema concreto (como la elección de los medios para un trabajo dado) y evaluar de manera aproximada, aunque objetiva y cuantitativamente toda la operación concreta (tipos de trabajo predominantes, limitación de algún tipo de medios, etc.). Los resultados son netamente superiores a las soluciones habituales obtenidas aislando

los problemas. El esquema propuesto para la asignación de los medios permitirá evitar pérdidas, muy importantes todavía en los momentos presentes.[16]

Para cada uno de los sectores considerado aisladamente los métodos habituales de análisis económico, junto con la experiencia, permiten, en muchos casos, utilizar los medios existentes de una manera suficientemente eficaz, es decir, obtener un plan próximo al plan óptimo, sin aplicar los cálculos especiales de búsqueda del plan óptimo y las evaluaciones o. d. Sin embargo, con los métodos habituales, parece difícil tener en cuenta simultáneamente las condiciones y los recursos relativos a un gran número de unidades de producción. El aprovechamiento de todas las posibilidades de producción mediante la distribución conveniente del programa (especialización, cooperación) ha llegado a ser una necesidad apremiante en ciertas regiones después de la creación de los sovnarjoses. La aplicación de los métodos de la planificación óptima a estos problemas será, sin duda alguna, muy fecunda.

16. Volveremos en seguida sobre el análisis de este problema (capítulo II, sección 5).

CAPÍTULO II

REALIZACIÓN DEL PROGRAMA MÁXIMO PARA UNOS RECURSOS DADOS EVALUACIÓN DE LOS FACTORES DE PRODUCCIÓN

1. *Consideraciones generales*

Naturaleza del problema

Tan sólo en algunos casos relativamente raros hallamos condiciones parecidas a las del problema examinado en el capítulo I, es decir: todos los costes se reparten en 1) costes fijos, independientes del tipo de organización y clase de producción en una empresa dada (en los ejemplos: costes de funcionamiento de las empresas, de las máquinas), 2) costes proporcionales que tienen un valor bien definido por unidad de producción de cada clase, sea el que fuere el procedimiento productivo elegido (en los ejemplos, el gasto en materias es el mismo cualquiera que sea la empresa a la que se confía la producción de cierto artículo).

De ordinario cuando se modifica el procedimiento de producción los costes varían sensiblemente, tanto en valor como en estructura: algunas partidas de coste aumentan, otras disminuyen. En estas condiciones el método de resolución expuesto en el capítulo I, fundado únicamente en el establecimiento de las evaluaciones objetivamente determinadas de la producción, sin analizar las diferentes clases de coste, parece insuficiente. Debe procederse, pues, a un análisis completo de todos los factores de producción importantes.

El problema se establece entonces de la manera siguiente. Una unidad de producción de la economía nacional (empresa, sector, región económica) dispone, durante un período considerado, de determinados recursos en factores de producción (mano de obra, equipo, capacidad de producción, materias primas, productos semielaborados, energía eléctrica y recursos naturales). Ciertos tipos de coste no están limitados por los recursos disponibles, sino por los estándares de empleo por unidad de producto. Se solicita a la unidad de producción un volumen de producción dado, según cierta proporción establecida o bien la ejecución de un plan con indicación de un orden de prioridades para su realización (si el plan no se cumple o se alcanza con exceso). El plan dado puede asignarse de

varias maneras entre las unidades de producción. Para los mismos tipos de producción pueden utilizarse varios procedimientos productivos (técnicos, organización de la producción) empleando diferentes clases de recursos.

El problema consiste en la elaboración del plan óptimo, es decir, de un plan tal que la asignación de los trabajos y la elección de los procedimientos aseguren, en un intervalo de tiempo dado (para los recursos dados), el mayor cumplimiento del plan o la máxima superación posible del mismo.

Nos encontramos con problemas de este tipo en los casos siguientes. Si una empresa dispone de una cantidad fija de medios de producción y se le asigna un plan, el problema a resolver sería sobrepasar al máximo el plan con los medios dados, gracias a la mejor organización de la producción y a la elección de los procesos tecnológicos más adecuados. En particular, algunos de estos problemas pueden suscitarse por un espíritu de competición. Problemas análogos se hallan al planificar el trabajo de grupos de empresas.

Otro problema de la misma naturaleza se presenta en la realización de los planes de construcción cuando, a partir de los medios existentes (mano de obra disponible, producción dada de materiales de construcción, parque de máquinas y tractores) se ha de realizar la mayor parte posible del plan de construcción gracias a la mejor asignación y utilización de estos medios.

En la planificación corriente o a corto plazo, como se debe partir de los recursos existentes, los costes de producción deben determinarse no por los mejores procedimientos productivos posibles, sino por los que pueden utilizarse en la situación actual dada y en las condiciones presentes.

En la elección de los procesos tecnológicos y la organización de la producción es indispensable tener en cuenta las limitaciones impuestas por el equipo y la capacidad de producción disponible. En este sentido el análisis de los factores utilizados en el proceso de producción, o que influyen en la producción, juega un papel importante.

A diferencia de la forma en que se desarrolló la exposición en el capítulo I, en esta parte formularemos ya de entrada las conclusiones fundamentales a las que nos conduce el análisis del problema. Este análisis se ilustrará después con ejemplos concretos, a fin de explicar las características particulares de los factores aislados.

Clasificación de los factores de producción

La asignación del programa de producción y la elección de los procedimientos productivos influyen en una medida notable en el volumen de producción realizable. Entre todos los planes de organización de la producción existe siempre un plan óptimo que asegura el volumen más

elevado de producción. La correcta asignación de los programas y de los factores de producción disponibles (recursos) tiene una importancia fundamental para la realización de este plan óptimo.

Estos factores de producción pueden dividirse en cuatro grupos, según el carácter de su utilización:

I. Factores utilizados en *proporciones fijas* por unidad de cada tipo de producto, en cantidad independiente del procedimiento de producción elegido y del producto total. Por ejemplo, en la producción de automóviles, cada vehículo está equipado con un número determinado de neumáticos provenientes de otra empresa. Se supone que estos factores están disponibles en cantidad suficiente para asegurar el volumen de producción realizable.

II. Factores que suponen *costes constantes.* Se incluyen en este grupo los factores (clases de gastos) utilizados independientemente del volumen de la producción planificada y de la elección de los procedimientos de producción (por ejemplo, gastos de dirección, vigilancia, alumbrado, calefacción, etc.).

III. Factores *ilimitados* (superabundantes) de los cuales, en las condiciones dadas, existen sobrantes sea cual fuere el procedimiento de producción (por ejemplo, ciertas clases de equipo, el agua) y cuyo exceso no puede utilizarse.

IV. Factores *esencialmente variables,* existentes en cantidad limitada, en donde el coste por unidad de producto depende de la elección del procedimiento productivo; sin embargo, este coste se supone independiente del volumen de producción realizado.[1]

El problema de la mejor utilización de los factores de la última categoría reviste una importancia esencial.

Los factores más importantes de este grupo son: la mano de obra (de varias categorías), la capacidad de producción por tipo de equipo, la energía eléctrica, el combustible, ciertos materiales, los locales industriales y también, en muchos casos, la tierra, el agua y otras riquezas naturales.

El número de factores gastados o utilizados es muy elevado. Sin embargo, el número de partidas de coste es habitualmente reducido, por agrupación de costes susceptibles de una medida común (por ejemplo, la hora de trabajo de las máquinas con todos los gastos relacionados: hora de trabajo de la mano de obra destinada a las máquinas, tiempo de utilización de las máquinas-herramienta en sí, de engrase, de montaje y otros servicios, energía eléctrica).

Hablaremos de la utilización de un factor dado con independencia del hecho que sea efectivamente consumido en el transcurso del proceso

1. Esta última condición relativa a los factores del cuarto grupo tiene ciertos límites. No se cumple siempre pero es, en cierta medida, necesaria para el presente análisis.

de fabricación (materiales) o solamente ocupado, inmovilizado, durante un período dado (equipo, locales industriales, tierra en la agricultura).

Entre todos los factores de producción el trabajo ocupa un lugar realmente particular, ya que es la única fuente de creación de valores. Por tanto, además de los gastos inmediatos de trabajo "viviente" hemos de tener en cuenta los gastos de trabajo acumulado, representado por factores tales como materias, servicios y utilización del equipo productivo. Por otra parte, como la fuerza productiva del trabajo viviente depende de las condiciones de su empleo, en particular de la perfección del equipo, y como tanto la capacidad de producción como el espacio de que disponemos están limitados, hemos de considerar, en el momento de organizar la producción, la inmovilización y ocupación de este equipo como una clase particular de costes. Si fuera de otra manera el plan no sería real.

Los factores proporcionales pueden excluirse del análisis en los problemas relativos a la elaboración del plan óptimo. Su coste, en efecto, no depende, para un programa dado, de la elección de las variantes del plan.[2] Lo mismo ocurre con los factores constantes y también con los factores no limitados, puesto que una reducción de su uso no es esencial. Así pues, importa tan sólo el análisis de los factores esencialmente variables.

En una forma esquematizada, el problema de la elaboración del plan óptimo para un cierto período (problema de la planificación corriente) puede establecerse de la manera siguiente.

Para el período de planificación los recursos están dados, es decir, se tienen (o se reciben) diversas clases de factores de producción en cantidades definidas. Hay que producir en las proporciones fijadas (proporción establecida) un cierto número de productos. Para cada tipo de producto hay uno o varios procedimientos productivos posibles, cuya estructura de gastos es dada —se conoce en qué cantidad se necesitan los factores de producción por unidad de producto para cada procedimiento productivo—.

Es preciso elaborar el plan óptimo, es decir, indicar qué cantidad de producción de cada clase ha de pedirse a cada uno de los procedimientos de forma que la suma de los gastos de factores de producción no supere los recursos dados y que la producción obtenida según la proposición establecida tenga el volumen máximo. Este problema representa un modelo idealizado y simplificado de los problemas reales de la planificación de la producción que se examinarán en seguida; las conclusiones formuladas más abajo sólo se refieren directamente a este problema simplificado. Por otra parte, en el marco de este problema nuestro mismo modelo no re-

2. De hecho esto significa que en la producción no se considera el artículo en sí mismo sino su fabricación según el gasto en materias primas, semielaborados, etc. de acuerdo con normas establecidas.

presenta más que una cierta aproximación.[3] Por consiguiente las conclusiones obtenidas sólo pueden aplicarse con un cierto grado de aproximación. Sin embargo, como ocurre a menudo en el análisis científico, estas conclusiones conservan un valor indiscutible para el análisis cuantitativo y sobre todo cualitativo de los problemas reales de planificación.

Evaluaciones objetivamente determinadas de los factores de producción

El problema de la utilización de recursos limitados en donde el coste depende de la elección de la producción se discutió en la sección 2 del capítulo I. Volvamos a la solución obtenida para este problema. Entonces elaboramos el plan óptimo y las evaluaciones o. d. para cada tipo de trabajo. El plan óptimo se caracterizaba por el hecho de que cada máquina se utilizaba de la manera más rentable (la evaluación de la producción era la más elevada). Al mismo tiempo obtuvimos las evaluaciones por día de trabajo (producciones diarias) de cada máquina, es decir, los costes de factores de producción (conclusión 11). También se probó que el plan óptimo se podía caracterizar, con ayuda de estas evaluaciones, como satisfaciendo el principio de rentabilidad en el sentido de que, para cada tipo de trabajo, se utilizan las máquinas que procuran los costes mínimos, si se consideran las mencionadas evaluaciones como costes diarios relativos a cada máquina.

Como veremos en seguida lo mismo ocurre con los otros factores de producción: a cada factor le corresponde una evaluación bien definida y el plan óptimo se elabora según el principio de los costes mínimos. Estas evaluaciones poseen las mismas propiedades que las evaluaciones de la producción. De ahí la conclusión:

Conclusión 12. — *A los factores variables les corresponde un sistema definido de evaluaciones o. d. relativo al plan óptimo de tal forma que el plan óptimo satisface, para estas evaluaciones, el principio de rentabilidad (mínimo de costes). Para cada tipo de producción (o de trabajo) se utilizan aquellos procedimientos para los que el gasto total de factores de producción (basado en las evaluaciones o. d.) es más pequeño.*

A la inversa, si para un plan de producción: 1) se utilizan plenamente los factores de producción del grupo IV, 2) se respetan las proporciones establecidas de la producción, 3) existe un sistema de evaluaciones para el cual se observa el principio de rentabilidad, el plan es óptimo y las evaluaciones son objetivamente determinadas.

---

3. Por ejemplo, sólo es posible calcular de manera aproximada el aumento en aquellos costes (especialmente factores variables) en la producción con un determinado procedimiento productivo que son proporcionales al volumen de producción (aun excluyendo los costes fijos).

Así, al igual que anteriormente (y con ayuda de los procedimientos ya vistos), las evaluaciones o. d. pueden utilizarse tanto para la verificación de la optimalidad de un plan como para la búsqueda del plan óptimo.

Además, las evaluaciones o. d. de los factores de producción cumplen también las propiedades de las evaluaciones o. d. de la producción formuladas anteriormente por medio de las conclusiones 6, 7 y 8.

Conclusión 13. — *Las evaluaciones objetivamente determinadas de los factores de producción son concretas, es decir, están definidas por el conjunto de condiciones (disponibilidad de estos factores, programa de producción, procedimientos productivos). En particular, la disminución de las disponibilidades de un factor o el aumento de la producción en las ramas en las que este factor se usa especialmente de una manera intensiva, entraña, de un modo general, el aumento de la evaluación o. d. de este factor. Para variaciones pequeñas de los datos, ordinariamente las evaluaciones o. d. no varían o varían muy poco (estabilidad). La relación de las evaluaciones o. d. de los factores de producción puede realizarse; es decir, que mediante el gasto suplementario de una cierta cantidad de uno de estos factores es posible obtener el ahorro de una cantidad equivalente (según la equivalencia definida por las evaluaciones o. d.) de otro factor (realidad de las evaluaciones o. d.).*

Las evaluaciones objetivamente determinadas de los factores de producción pueden utilizarse para la resolución de diversos problemas relacionados con el plan. Los ejemplos correspondientes se darán en seguida al examinar problemas más concretos. También se aclarará el alcance económico de las evaluaciones o. d. de los factores de producción.

En algunos casos se persiguen otras finalidades distintas de la búsqueda del volumen máximo de producción de una composición definida y con los recursos dados.

Por ejemplo, podemos estar interesados (para un volumen de producción dado) en la máxima reducción del coste por unidad de producto (conocidos los costes relativos), o de una clase de coste (por ejemplo, trabajo), cumpliendo los límites establecidos para las otras clases. Para aproximarnos a las condiciones de la realidad, habría que hacer intervenir en los cálculos las cantidades físicas de los diversos factores; sin embargo, es admisible tener en cuenta, en su forma natural, solamente algunas clases de producciones y costes, interviniendo las otras sumariamente en forma de valor. Algunos de los problemas enumerados se reducen inmediatamente a los que hemos examinado (el primero, por ejemplo), pero no ocurre siempre así. No obstante, es muy importante que los métodos de análisis utilizados y las conclusiones resultantes relativas a la existencia de un sistema de evaluaciones o. d. características del plan óptimo se extiendan a estos problemas.

Detengámonos un poco más en esta cuestión. Hemos visto en el ejem-

plo de la sección 2 del capítulo I que las evaluaciones de los factores de producción se calculaban a partir de las evaluaciones de la producción. Si, al contrario, las evaluaciones o. d. de los factores de producción nos son conocidas, pueden servir para definir las evaluaciones de la producción calculando el coste total por unidad de producto según el procedimiento utilizado en el plan óptimo.

En consecuencia, las evaluaciones o. d. están determinadas a la vez por los factores de producción y por la producción.

Sin embargo, como ya hemos visto (conclusiones 2 y 12), a menudo uno de esos dos sistemas de evaluaciones es suficiente para caracterizar el plan óptimo. En los casos más complejos, cuando hay que llevar a cabo varias producciones simultáneas y es imposible proceder inmediatamente a la imputación de los costes de los factores de producción, un sólo sistema de evaluaciones es insuficiente para caracterizar el plan óptimo. Conviene entonces recurrir a los dos sistemas de evaluaciones. En este caso, el plan óptimo se caracteriza de la manera siguiente.

Conclusión 14. — *A todo plan óptimo de producción conjunta le corresponde un sistema bien definido de evaluaciones o. d. de los factores de producción y de las clases de producto. Para el plan óptimo se observa el principio de rentabilidad, es decir, que para los procedimientos de producción utilizados en el plan óptimo, la evaluación del total de costes corresponde a la evaluación total de la producción.*[4] *Para los procedimientos no utilizados, la evaluación de los costes es superior o igual a la evaluación de la producción.*

Observemos que este criterio general de la optimalidad de un plan engloba a los dos casos particulares en que no se consideran más que las evaluaciones de la producción, o bien exclusivamente las evaluaciones de los gastos. Su aplicación a esta clase de problemas se ilustra con el ejemplo de la sección 2, capítulo I (pág. 48).

2. *Evaluación de los factores de producción que mejoran la productividad del trabajo*

Exposición del problema

Examinemos el problema de la utilización de los recursos cuando sólo existen dos factores variables limitados: el trabajo y otro factor de producción que aumenta la eficacia de trabajo. Las disponibilidades de este

4. Se supone que las posibilidades de empleo de los procedimientos productivos disponibles no están limitadas o, en todo caso, que no se han agotado. Si no fuera así para los plenamente utilizados habría que decir: que para estos procedimientos la evaluación de la producción es superior o igual al coste total (Cf. a ese respecto, apéndice I, pág. 246).

segundo factor son limitadas y el problema que se presenta es el de su mejor utilización. La energía eléctrica o el combustible juegan a menudo el papel de ese factor. Vamos a considerar este problema en su forma pura cuando la insuficiencia del factor no puede ser solucionada por el hombre y se trata, por consiguiente, de utilizarlo económicamente. El otro único factor variable es el trabajo. Supongamos, además, que los otros factores (equipo, etc.) están disponibles en cantidades suficientes. Un problema de este tipo se plantea muy a menudo en la realidad. El método dado para su resolución presenta, pues, en sí mismo un interés evidente, sobre todo porque juega su papel dentro del carácter general de nuestras conclusiones. Vamos a exponer este método a través de un ejemplo concreto.

Ejemplo. — Examinemos el problema del establecimiento de un plan mensual para un sector de una empresa que tiene que realizar una serie de tareas productivas: I, II, III, etc. El trabajor (de una sola clase) y la energía eléctrica son los únicos factores variables. El número total de horas de trabajo en un mes se eleva a 5.000 y el límite dado para energía eléctrica son 21.000 kWh.

Los gastos de trabajo y de energía eléctrica necesarios para realizar cada una de las tareas se indican en el cuadro 19.

CUADRO 19. — *Gastos de trabajo y de energía eléctrica*

Tareas	Variante A		Variante B	
	Gastos		Gastos	
	mano de obra (horas)	energía eléctrica (kWh)	mano de obra (horas)	energía eléctrica (kWh)
I	300	4.000	500	2.000
II	500	9.000	1.000	3.000
III	500	8.000	800	5.000
IV	1.000	6.000	2.000	2.000
V	1.000	6.000	1.500	3.000
VI	200	2.000	500	1.000
VII	100	1.500	200	500

Dada la limitación relativa de la energía eléctrica, se examina, al mismo tiempo que la variante A que sirve de base, una segunda variante B que supone una economía de energía mediante, en contrapartida, un aumento de los gastos de trabajo.

Por ejemplo, la soldadura y el corte eléctrico de los metales pueden ser reemplazadas por el remachado y el corte mecánico; para varias clases

de trabajo se pueden reemplazar las máquinas-herramienta por otras que consuman menos energía eléctrica, aunque menos productivas; el temple eléctrico puede reemplazarse por el temple térmico, etc.

Conviene establecer el plan óptimo de los trabajos en el sector dado, es decir, elegir el procedimiento de producción que permita hacer frente al programa máximo realizable (el mayor número de tareas) sin superar los límites de los recursos disposibles. En realidad hay que elegir los procedimientos de producción de manera que se obtenga el ahorro necesario de energía eléctrica.

A menudo los precios y tarifas en vigor no ofrecen la posibilidad de obtener la solución óptima. Por ejemplo, sean dos rublos el precio por hora de trabajo y 14 kopeks [5] el coste del kWh de energía eléctrica.[6]

Ocurre entonces que la variante A es más barata para todas las tareas. Para la tarea I tenemos $300 \times 2 + 4.000 \times 0{,}14 = 1.160 < 500 \times 2 + + 2.000 \times 0{,}14 = 1.280$, etc. Es, pues, difícil de definir, a partir de estos precios, las tareas en las que debe realizarse el ahorro y la solución no puede ser sino arbitraria. Por ejemplo, se puede decidir efectuar las primeras tareas con la variante más costosa en energía, procurando la realización más rápida de los trabajos y, para los otros, la variante más costosa en trabajo a fin de no superar el límite impuesto en el consumo de energía eléctrica. Dicho plan se indica en el cuadro 20.

CUADRO 20. — *Plan arbitrario*

Tareas	Variante elegida	Gastos	
		mano de obra (en horas)	energía eléctrica (en kWh)
I	A	300	4.000
II	A	500	9.000
III	B	800	5.000
IV	B	2.000	2.000
V	B	1.500	3.000
Total		5.100	23.000

Este plan sólo permite la realización de cinco tareas, rebasando ligeramente el tiempo de trabajo y el límite de energía eléctrica disponibles.

5. El kopek es la centésima parte del rublo, correspondiente, pues, a nuestro céntimo (N. del T.).

6. Como este ejemplo ilustrativo posee, al igual que los otros, un carácter convencional y está destinado solamente a mostrar los principios del método, todos los precios, tarifas y otros datos numéricos son arbitrarios.

Plan óptimo y evaluaciones o. d.

Planteemos ahora el problema de buscar el plan óptimo. Utilizaremos para ello el primero de los procedimientos que se apoya sobre el método de las evaluaciones o. d. Vamos a suponer la evaluación de una hora de trabajo igual a la unidad y elegiremos una evaluación o. d. de la energía eléctrica. Para cada tarea calculamos el número de horas de trabajo necesarios para ahorrar un kWh de energía eléctrica al pasar de la variante A a la variante B. Los resultados obtenidos son los del cuadro 21.

CUADRO 21. — *Eficacia de las economías*

Tareas	Por el paso de la variante A a la variante B		
	ahorro de energía eléctrica (kWh)	gastos suplementarios de mano de obra (horas)	tiempo de trabajo por kWh
I	2.000	200	0,10
II	6.000	500	0,08
III	3.000	300	0,10
IV	4.000	1.000	0,25
V	3.000	500	0,17
VI	1.000	300	0,30

Para seis tareas utilizando la variante A se necesitan 35.000 kWh. Para permanecer dentro del límite (21.000) es preciso economizar 14.000 kWh.

Según el cuadro 21 es evidente que los gastos más pequeños de trabajo se obtienen sucesivamente para las tareas II, I, III y V. Para obtener el ahorro necesario de energía eléctrica es suficiente realizar estas tareas según el procedimiento representado por la variante B, puesto que de ese modo se economizan $6.000 + 2.000 + 3.000 + 3.000 = 14.000$ kWh.

El plan así obtenido (cuadro 22) es el plan óptimo en el caso considerado. Como vemos, este plan realiza un número mayor de tareas que el plan arbitrario, sin superar los gastos de energía eléctrica ni de mano de obra. Se comprende fácilmente también que el plan resultante de la condición de maximización del programa va acompañado de los gastos mínimos de trabajo para la realización del número designado de tareas, habida cuenta del límite impuesto en el consumo de energía eléctrica. Al mismo tiempo hemos determinado la evaluación o. d. m de un kWh de energía eléctrica (hacemos $n = 1$ para la evaluación de una hora de trabajo).

En la tarea V para ahorrar 1 kWh de energía eléctrica hemos tenido que aplicar 0,17 horas de trabajo, de donde $m > 0{,}17$. Por otro lado no hemos ahorrado energía eléctrica cuando el gasto suplementario de trabajo

CUADRO 22. — *Plan óptimo*

Tareas	Variante elegida	Gastos	
		mano de obra (en horas)	energía eléctrica (en kWh)
I	B	500	2.000
II	B	1.000	3.000
III	B	800	5.000
IV	A	1.000	6.000
V	B	1.500	3.000
VI	A	200	2.000
Total		5.000	21.000

era de 0,25 horas por kWh (tarea IV); por consiguiente $m < 0{,}25$. En este ejemplo no hemos obtenido un valor único para la evaluación m; sabemos solamente que está comprendida entre los límites 0,17 y 0,25. Se puede tomar como evaluación o. d. de 1 kWh cualquier cifra comprendida entre estos límites. Retengamos el valor $m = 0{,}2$. Fácilmente se comprueba que para esta evaluación, en el plan dado en el cuadro 22, los procedimientos de producción se utilizan de forma que dan lugar a los mínimos gastos.

En el caso simple examinado hemos podido obtener el plan óptimo de manera inmediata comparando los gastos de trabajo y de energía eléctrica para todos los planes de producción posibles. Estos planes son 32 para 5 tareas y 64 para 6. Pero por supuesto esta forma de operar es inaplicable en casos más complejos en los que habría que comparar millones de soluciones. La ventaja de los métodos basados en las evaluaciones o. d. reside en que no es necesaria la comparación de todos los planes. Es importante igualmente que permiten tener en cuenta simultáneamente numerosos factores.

La evaluación de una clase de producto o de un servicio debe corresponderse a los gastos (de trabajo a fin de cuentas) necesarios para su realización. En el caso examinado ¿cuál es la significación de la evaluación o. d. de la energía eléctrica?

En la planificación corriente, cuando se ha de partir de la base de producción existente, no siempre es posible obtener una producción complementaria de un bien dado; esto ocurre, sobre todo, cuando las posibilidades de producción se utilizan plenamente. En este caso hay que realizar economías, o proceder a la sustitución de productos (o de factores). Los gastos resultantes definen entonces la evaluación o. d. de este bien. En el ejemplo examinado más arriba los gastos a considerar para ahorrar energía eléctrica en las tareas IV y V (0,17 — 0,25) determinan la evaluación o. d. de

este factor.[7] Sin embargo, como se afirmará en seguida, esta evaluación debe corresponder al coste total de producción de energía eléctrica.

Este ejemplo nos podría servir para ilustrar todas las propiedades de las evaluaciones o. d. Así, la evaluación de la energía eléctrica depende de todas las condiciones del problema. Se comprueba fácilmente que si el límite de energía eléctrica no fuera 21.000 sino, por ejemplo, 26.000 kWh (en el caso considerado esta variación es importante) su evaluación o. d. ya no sería igual a 0,2, sino a 0,1. Por el contrario, una disminución de aquel límite tendría como consecuencia, el aumento de la evaluación o. d. de la energía eléctrica (conclusión 13).

Aplicaciones de las evaluaciones o. d.

Vamos a demostrar en este ejemplo las posibles aplicaciones de las evaluaciones o. d. Si para efectuar un trabajo se dispone de un nuevo procedimiento que exige otros gastos, es fácil ver si su empleo es ventajoso. Supongamos, por ejemplo, que para la tarea III se propone el procedimiento C, que requiere 1.100 horas de trabajo y 1.500 kWh de energía eléctrica. ¿Es ventajoso emplearlo en las condiciones dadas? Comparando los gastos según las evaluaciones o. d. vemos que el procedimiento C entraña gastos inferiores a los del B utilizado en el plan (y, con mayor razón, inferiores a los del A). En efecto:

$$1.100 + 1.500 \times 0{,}2 = 1.400 < 800 + 5.000 \times 0{,}2 = 1.800 < \\ < 500 + 8.000 \times 0{,}2 = 2.100$$

Y, de hecho, la utilización del procedimiento C permite incluir además en el plan la tarea VII, como demuestra el cuadro 23.

Es interesante comprobar que si utilizamos evaluaciones *a priori* (dos rublos para la mano de obra y 14 kopeks para la energía eléctrica) el procedimiento C daría unos gastos superiores a los de los dos primeros A y B:

$$1.100 \times 2 + 1.500 \times 0{,}14 = 2.400 > 800 \times 2 + 5.000 \times 0{,}14 = \\ = 2.300 > 500 \times 2 + 8.000 \times 0{,}14 = 2.120.$$

Según estas evaluaciones habría, pues, que prescindir del nuevo procedimiento productivo. Esto demuestra que en tales problemas debe evitarse la utilización de evaluaciones que prescindan de las condiciones concretas, pues ello puede conducir a resultados incorrectos.

De este modo, los diversos problemas relativos a la racionalidad de

7. Señalemos que tenemos dos valores diferentes: 0,25 h/kWh correspondiente a un exceso en la necesidad de energía eléctrica y 0,17 h/kWh resultante del ahorro de la misma. Este caso no es típico, pero puede darse en la realidad (Cf. apéndice I, pág. 255).

CUADRO 23. — *Plan utilizando el procedimiento C para la tarea III*

Tareas	Variante elegida	Gastos	
		mano de obra (horas)	energía eléctrica (kWh)
I	B	500	2.000
II	B	1.000	3.000
III	C	1.100	1.500
IV	A	1.000	6.000
V	A	1.000	6.000
VI	A	200	2.000
VII	B	200	500
Total		5.000	21.000

las medidas de economía y, en general, las medidas que modifiquen el consumo de energía eléctrica, deben resolverse teniendo en cuenta la evaluación o. d. de la misma. Por ejemplo, ¿es racional parar una máquina-herramienta cuando se efectúa el control de las piezas si de ese modo disminuye la productividad de la mano de obra?

Otro ejemplo. La utilización de un obrero auxiliar para aumentar la productividad de un obrero especializado en un 30 por ciento con el mismo consumo de energía, da lugar a un incremento en el coste de determinada operación; sin embargo, si la energía eléctrica es escasa, esta medida puede ser conveniente, ya que reduce el gasto de la misma por unidad. Una solución correcta a los problemas de elección entre diversos procedimientos que proporcionan economías, sólo es posible con relación a las evaluaciones o. d. de la energía eléctrica.

En particular, en muchos casos la negativa a tomar tales medidas debido a las pérdidas que ocasionan —elevación del precio de coste— puede que no sea fundada, puesto que, en un período de déficit energético, esta actitud puede llevar a las empresas a rebasar el consumo de energía eléctrica y, por consiguiente, a pérdidas más elevadas.

Conclusión 15. — *Las evaluaciones objetivamente determinadas pueden utilizarse para la comparación de los procedimientos de producción y, en particular, para la resolución de la cuestión relativa a la racionalidad del empleo de un procedimiento nuevo. A tal fin, conviene comparar los gastos totales (calculados según las evaluaciones o. d.) del nuevo y de los utilizados anteriormente. Si los gastos del nuevo procedimiento son inferiores su aplicación es racional; en el caso contrario no lo es. Las evaluaciones* a priori *pueden conducir a soluciones incorrectas.*

Las evaluaciones objetivamente determinadas pueden utilizarse para la resolución de diversos problemas referentes a varias empresas. Supongamos que la evaluación o. d. de la energía eléctrica esté definida para cada empresa y sea igual a 0,1 para la empresa N y a 0,3 para la empresa K. Como las evaluaciones o. d. son reales, esto significa que la empresa N puede, mediante el aumento del efectivo de sus obreros, pongamos en 100 (20.000 horas), liberar 200.000 kWh de energía eléctrica. Al mismo tiempo, la empresa K puede ahorrar 20.000 horas de trabajo a condición de aumentar en 67.000 kWh su consumo de energía eléctrica. En este caso, transfiriendo 100 obreros de la empresa K a la N (para simplificar suponemos que se trata de obreros auxiliares poco cualificados y que tal transferencia es posible) y, pasando a la empresa K 67.000 kWh de los liberados por la empresa N, podemos realizar los programas iniciales de las dos empresas economizando 133.000 kWh de energía eléctrica. Por lo tanto, las evaluaciones o. d. nos han permitido descubrir la posibilidad de una mejor asignación de la energía eléctrica. Es muy posible que, a pesar de su indiscutible racionalidad, la transferencia de que hablamos no parezca conveniente para tarifas pequeñas de energía eléctrica (inferiores a las evaluaciones o. d. para la mayoría de empresas). Así, si la tarifa fuera de 14 kopeks por kWh y el salario por hora de trabajo fuera 2 rublos, la empresa N no tendría interés en economizar energía eléctrica, ya que a ella le supondría una elevación del precio de coste (para una economía de $200.000 \times 0{,}14 = 28.000$ rublos en energía eléctrica perdería $2 \times 20.000 = 40.000$ rublos en salarios). A la empresa K le interesaría efectuar la transferencia indicada pero no la podría realizar, puesto que no está autorizada a rebasar el límite fijado para el consumo de energía eléctrica. De ese modo la posibilidad de una nueva asignación de los recursos, a pesar de su racionalidad, no tendría lugar (en ausencia de evaluaciones o. d.).

Otro problema. — Supongamos que para todas las empresas de una ciudad la evaluación o. d. de la energía eléctrica sea igual a 20 kopeks. Ciertas medidas relativas a la explotación de las centrales eléctricas (por ejemplo, la selección previa del carbón) permiten mejorar el rendimiento de las calderas y producir más energía eléctrica con el mismo consumo de combustible. Sin embargo, el gasto de trabajo es importante y el coste de cada kWh adicional se eleva a 24 kopeks (0,12 horas de trabajo para un coste horario del trabajo de 2 rublos). Esta medida no es rentable para la central, puesto que aumenta el precio de coste (se supone que la tarifa es 14 kopeks por kWh). Por el contrario, bajo el punto de vista de la economía nacional, esta medida es claramente racional: la mano de obra liberada por las empresas que utilizan la energía eléctrica adicional es, en efecto, casi el doble de la que debe ocuparse para la mejora en cuestión (si se parte de la evaluación o. d. de 1 kWh).

Observemos que la energía eléctrica, que es un factor de producción (bajo forma de consumo) para las empresas, es al mismo tiempo una producción para las centrales. Sin embargo, es legítimo retener en ambos casos la misma evaluación o. d.

El argumento precedente, que tiene un carácter general, permite establecer la conclusión siguiente:

Conclusión 16. — *Las evaluaciones objetivamente determinadas pueden utilizarse en los problemas concernientes a varias empresas. La diferencia en las relaciones de las evaluaciones o. d. de los factores de producción en algunas empresas indica la posibilidad de una nueva asignación de los mismos para la cual todas las empresas pueden aumentar el volumen de su producción. Si unos factores constituyen gastos de producción en una empresa y producto en otra y sus evaluaciones o. d. son diferentes, entonces se pueden modificar los programas de las dos empresas de tal forma que el volumen total de la producción resulta aumentado. Por tanto, en el plan óptimo general (suponiendo que son posibles la transferencia de los recursos y la reasignación de los planes) debe haber una relación común para evaluar los diversos factores.*

Hay que añadir que en el proceso real de planificación y control se corrigen, en cierta medida (habida cuenta de la situación concreta), las consecuencias nefastas que derivan a veces del cálculo habitual de rentabilidad. A veces, se modifican los precios de venta. De modo que las tarifas regionales de energía eléctrica dependen del déficit en el balance energético. En el caso de insuficiencia evidente de energía eléctrica se toman distintas medidas para disminuir su consumo y aumentar su producción. No obstante, la conveniencia de tales medidas sólo se decide de modo cualitativo, puesto que se toman de manera poco sistemática, a menudo solamente en caso de necesidad absoluta. La aplicación del método de las evaluaciones o. d. y de las conclusiones que de las mismas se derivan permite alcanzar de manera objetiva y cuantitativa la solución científica a estos problemas y, de ese modo, evitar pérdidas superfluas.

La tarifa de la energía eléctrica en las regiones cuya balanza energética es deficitaria, en general, es más baja que su evaluación o. d. y no refleja la relación real entre necesidades de electricidad y su producción ni tampoco el coste global correspondiente. En tales condiciones todos los cálculos económicos derivados de la utilización de la energía eléctrica no son realistas. En consecuencia, muchas de las medidas relativas a un aumento del consumo de energía eléctrica, evidentemente irracionales en el estado de déficit energético existente, dan lugar, según los cálculos, a una disminución del precio de coste y aparentemente son convenientes. Por el contrario, otras medidas que implican economías en el consumo de energía eléctrica parecen desfavorables o repercuten tan sólo de una manera insignificante en la disminución de los precios de coste (ya que

la electricidad interviene solamente en una parte muy pequeña —del orden del 1 al 2 %— en los precios de coste de la gran mayoría de productos).

Esta falta de coordinación entre las tarifas de la energía eléctrica y su valor real se halla también, en general, en los precios y tarifas de la gran mayoría de factores cuya producción exige inversiones importantes (Cf. sección 5, págs. 81-95), cuando no se tiene en cuenta, en especial, el déficit en el balance de energía eléctrica durante un período o en un lugar determinado.

Señalemos que un análisis y cálculo económico correctos pueden conducir, según la coyuntura, a conclusiones distintas para un mismo problema. Así, es esencial precisar si el déficit en el balance energético se debe a una insuficiencia de combustible o a una insuficiencia de potencia en las centrales eléctricas (esto aparece en las relaciones de las evaluaciones o. d. de la energía eléctrica y del combustible). Durante la última guerra mundial ocurría muy a menudo que la producción de electricidad estaba limitada por la falta de potencia de las centrales eléctricas más que por la falta de combustible. En estas condiciones, el envío a la red general de la energía eléctrica de los generadores pertenecientes a las empresas era racional desde el punto de vista de la economía nacional, a pesar del aumento en el precio de coste y también en los gastos de combustible resultantes. Al contrario, si la producción de energía eléctrica hubiera estado limitada por las disponibilidades de combustible, esto no habría sido racional.

Señalemos que el cálculo científico completo, que tenga en cuenta las condiciones, es más probable que conduzca a la conclusión correcta que un conjunto de índices parciales. Así, actualmente se utiliza como un índice de base de explotación de las centrales eléctricas su consumo propio de energía eléctrica. El resultado es que a menudo las centrales eléctricas emplean para sus propias necesidades energía bajo la forma de vapor en vez de energía eléctrica, lo que aumenta el gasto de combustible y es, por consiguiente, irracional.[8]

La utilización de la evaluación objetivamente determinada de la energía eléctrica (y de la tarifa apropiada) tiene gran importancia desde otros puntos de vista. Un índice cuantitativo de esta naturaleza, que da la imagen de la situación real del balance energético, pone de relieve, mejor que las apreciaciones cualitativas, la necesidad y la urgencia de las medidas tomadas para aumentar la potencia de las centrales en una región, o bien para interconectar una región con otros sistemas energéticos. Este índice permite descubrir, al mismo tiempo, cuáles son las producciones consumidoras de energía que sería racional abandonar o, cuando menos, no desarrollar en una región determinada.

---

8. Ver el *Promyshlenno-ekonomicheskaya gazeta.* 1.° de septiembre de 1957.

Observemos que los problemas relativos al ahorro y a la utilización más completa y eficaz del combustible son de la misma naturaleza que los que hemos examinado para la energía eléctrica. Se podrían también desarrollar aquí los mismos cálculos y los mismos ejemplos; se llegaría a las mismas conclusiones prácticas, si bien esta cuestión es menos actual debido al aumento considerable de la producción petrolífera. La conclusión principal sería que, en el momento del examen de las distintas medidas a tomar en vistas a reducir el consumo de combustible en déficit, conviene no perder de vista que su evaluación o. d. es también superior (en relación al trabajo) al valor correspondiente expresado en precio. Es por esto que los cálculos basados en el precio del combustible pueden conducir a resultados incorrectos.

La asignación del combustible establecida a partir de su evaluación o. d. asegura su utilización más racional. El cálculo puede revelar la racionalidad del ahorro de combustible en muchos casos en los que no parece conveniente. Demostrará, al mismo tiempo, la necesidad de alimentar con combustible numerosas empresas y obras en donde su insuficiencia es el origen de pérdidas.

Puede utilizarse una evaluación correcta para la resolución de los problemas relativos a la extracción de petróleo o producción de gas (cf. conclusión 16). Demostrará, sobre todo, el carácter racional de algunas medidas susceptibles de aumentar la extracción incluso si los cálculos habituales hacen aparecer un aumento del precio de coste (es cierto que los precios de venta reflejan mejor el efecto sobre la economía nacional). En ciertos casos se han tomado realmente medidas de este tipo. Así, en 1936, se mantuvieron en actividad pozos de petróleo de poca producción, de conformidad con las directrices del Comité Central, a pesar de su aparente no rentabilidad. Un cálculo basado en la evaluación o. d. del combustible habría justificado esta conclusión sin ninguna reserva. Actualmente el buscar la reducción del precio de coste o incrementar la productividad en detrimento del volumen obtenido es, con frecuencia, irracional.

3. Empleo racional y evaluación del trabajo de la mano de obra cualificada

Características del trabajo en cuanto a factor de producción

Entre el conjunto de factores cuya utilización condiciona el volumen de producción hemos mencionado el trabajo. Pero el trabajo ocupa, entre estos factores, un lugar particular.

Ante todo el trabajo es, en cierta medida, la única fuente del valor creado. El esquema de planificación examinado más arriba está en perfecto acuerdo con la teoría del valor trabajo. De hecho, al mismo tiempo que el trabajo, hemos considerado otros factores de producción, pero va-

rios de éstos no son más que el producto materializado del trabajo (materiales, combustible, amortización de equipo, servicios y transporte); es decir, su fuente es el trabajo; otros factores (capacidad de producción, tierra y otros recursos naturales) no son en sí fuentes de valor; éste se crea solamente bajo el influjo de la mano de obra productiva.

Las características de este factor son la extraordinaria diversidad y las múltiples posibilidades de utilización del trabajo del hombre; la productividad del trabajo no depende solamente de su lugar en el proceso de producción sino de muchas otras condiciones: cualificación, condiciones de trabajo, forma del salario, educación, cualidades de la persona y condiciones de vida de los trabajadores. En fin, el problema de la utilización del trabajo en la sociedad socialista no puede reducirse solamente a la persecución de la máxima eficacia en la producción; es necesario sobre todo que se proteja la salud física del trabajador mediante una mejora continua de las condiciones de trabajo, procurando además que esté satisfecho del mismo. Estas consideraciones, que complican singularmente los problemas relativos al establecimiento de normas de trabajo y de su remuneración, hacen que estas directrices sólo puedan servir de base a un cálculo aproximado. Además, el papel capital que el trabajo juega en la producción exige un análisis científico permanente de los problemas relativos a su empleo, y esto tanto más cuanto que las vigentes escalas salariales y la práctica de las normas dejan mucho que desear en las condiciones actuales.

Los problemas derivados de utilizar el trabajo como factor básico de producción, deben ocupar también lugar importante en la elaboración del plan óptimo y de sus índices. El estudio de estos problemas, dada su naturaleza, presenta sin duda considerables dificultades y requerirá una investigación especial. Las conclusiones y resultados obtenidos en estas investigaciones, al no poder tener en cuenta todos los datos y situaciones reales, han de aplicarse con gran prudencia.

A pesar de las limitaciones del estudio de este problema, nos parece que el realizar aquí una aproximación al mismo es útil y puede proporcionarnos inmediatamente algunas conclusiones. Éste constituye sólo uno de los posibles caminos a seguir ya que la comparación de la evaluación del trabajo con su remuneración por pieza o por hora constituye igualmente un método de reducción de un trabajo complejo a uno simple, permitiendo así obtener una aproximación grosera de las evaluaciones relativas de las diferentes categorías de trabajo.

Vamos a examinar ahora casos en que el único factor variable importante es el trabajo.

Si contamos con una sola clase de trabajo (por ejemplo, mano de obra no cualificada o de una especialización determinada), el problema se resuelve de manera muy simple. Entre todos los posibles procedimientos de fabricación para cada clase de producto es evidente que hay que ele-

gir, en el plan óptimo, aquel que supone el menor tiempo por unidad de producto. La evaluación de la hora de trabajo correspondiente puede tomarse, por ejemplo, igual a la unidad. Como en este caso sólo hay un factor de producción, la evaluación de la unidad de cada clase de producto (de hecho, el trabajo necesario para su fabricación) será igual al tiempo mínimo necesario, en el plan óptimo, para producir esta unidad. Esto corresponde a lo que K. Marx llamaba "el tiempo de trabajo socialmente necesario" con la diferencia de que este tiempo sólo se refiere a la unidad de producción considerada.[9] Y en el caso en que la ley del valor sólo interviene en una forma simple, las evaluaciones o. d. no difieren de los valores relativos. Vamos a considerar ahora este problema en un caso más complicado.

Evaluación de las diferentes categorías de trabajo

Supongamos ahora que tenemos varias categorías de trabajo, distintas por su naturaleza, especialidad o cualificación. ¿Cómo establecer sus evaluaciones relativas? La posibilidad de comparación reside en el hecho de que existe siempre un cierto grado de intercambiabilidad de las distintas categorías de trabajo. Por ejemplo, un trabajo puede efectuarse por obreros de cualificación más baja, pero con una productividad menor o bien por un trabajo equivalente de otra especialidad. El trabajo del soldador puede reemplazarse por el trabajo del remachador. El trabajo del forjador, a veces, por el del remachador, etc. A menudo esta sustitución puede realizarse de una manera más compleja mediante la sustitución de un producto por otro cuya elaboración necesita otra categoría de mano de obra. Sin embargo, para ciertos trabajos algunos especialistas y cualificaciones determinadas, son irreemplazables.

En el cuadro 24 aparece un ejemplo numérico con 3 categorías de mano de obra y una serie de trabajos que conviene efectuar. También se indica el tiempo estándar por categoría de mano de obra para todas las clases de trabajo en las que puede utilizarse y asimismo el volumen de trabajos de cada clase y el número total de horas de trabajo para cada categoría de mano de obra.

Conviene efectuar ese conjunto de trabajos en el menor lapso de tiempo posible. El plan óptimo es el del cuadro 25. Fácilmente se comprueba que este plan es óptimo de la manera siguiente. Partiendo de una evaluación igual a 1 para la hora de trabajo de la mano de obra de la categoría B, 2,0 para la A y 0,67 para la C, vemos que los gastos de

9. Así, si con un procedimiento productivo se necesitan 4 horas de trabajo y 2 horas con otro y si además no hay límite a la utilización de este último (no estando limitados los otros factores), este procedimiento deberá utilizarse sistemáticamente y el tiempo de trabajo socialmente necesario será aquel que corresponda a su empleo.

mano de obra para los procedimientos de producción utilizados en este plan (siendo los otros gastos, como ya hemos dicho, todos iguales), son mínimos (Cf. conclusión 12).

La duración de la realización de ese plan es de 125 días laborables (1.000 horas en 8 horas de trabajo diarias).

CUADRO 24. — *Tiempos estándar y categorías de mano de obra para la realización de un conjunto de trabajos*

Categorías de mano de obra		A	B	C
Tiempos de trabajo (en horas)		80.000	190.000	125.000
Trabajos	Volumen de los trabajos (en unidades)	tiempo estándar, por unidad, para las diversas clases de trabajo (en horas)		
I	10.000	10	20	—
II	2.000	50	—	40
III . . .	50.000	—	2,5	1,5
IV . . .	10.000	3	—	—
V	20.000	2	2	2

No insistiremos en la descripción del camino que nos ha conducido a la solución, puesto que no es esencialmente diferente del que se ha seguido en el ejemplo del capítulo I, sección 2 (página 43 y siguientes).

¿Cuál es la significación de dichas evaluaciones? Estas evaluaciones nos dicen que, en las condiciones dadas (como siempre, estas evaluaciones son concretas), una hora de trabajo de la mano de obra de la categoría A tiene la misma productividad que 2 horas de trabajo de la mano de obra de la categoría B. Estas evaluaciones han de servir de guía para la evaluación de los gastos, el reparto de los trabajos, etc. Pero en modo alguno deben relacionarse directamente con las escalas de salarios y la remuneración del trabajo. Así, en el caso de insuficiencia manifiesta de soldadores, podemos encontrarnos con que las evaluaciones del trabajo del soldador y de la mano de obra no cualificada estén en la relación 8:1; esto no significa que los soldadores deban ser pagados ocho veces más sino que esta relación ha de tenerse en cuenta en la organización de la producción. Se pueden destinar, por ejemplo, 5-6 horas de trabajo no cualificado para economizar 1 hora de trabajo de soldador. Digamos que, en estas condiciones excepcionales, sería justificable asignarle de manera permanente un auxiliar al soldador si ello aumentara su productividad en más de un 20 %.

CUADRO 25. — *Plan óptimo*

Trabajos	Unidades	Categoría de mano de obra A	Categoría de mano de obra B	Categoría de mano de obra C	Total
I	horas	50.000	100.000	—	
	unidades	5.000	5.000	—	10.000
II	horas	—	—	80.000	
	unidades	—	—	2.000	2.000
III . . .	horas	—	50.000	45.000	
	unidades	—	20.000	30.000	50.000
IV . . .	horas	30.000	—	—	
	unidades	10.000	—	—	10.000
V	horas	—	40.000	—	
	unidades	—	20.000	—	20.000
Total horas . . .		80.000	190.000	125.000	

Evaluaciones de la producción según los gastos de trabajo

Las evaluaciones de las diversas categorías de trabajo permiten obtener las de la producción. Por ejemplo: por una unidad de trabajo I, se gastan 10 horas de trabajo A o 20 horas del B. La evaluación de esta unidad es pues $1 \times 20 = 2 \times 10 = 20$. Asimismo, los trabajos IV exigen 3 horas de mano de obra A, lo que da una evaluación de $3 \times 2 = 6$. Por consiguiente para obtener las evaluaciones o. d. de la producción hay que tener en cuenta el tiempo necesario; pero si se trata de trabajo cualificado es preciso reducirlo a trabajo simple (o, de modo general, en trabajo de *una* clase determinada). Este principio teórico bien conocido, aplicado al cálculo del valor, completa los métodos cualitativos originales de reducción a trabajo simple y define los coeficientes de reducción objetivamente determinados, en una situación concreta dada.

De ese modo, llegamos a la conclusión siguiente:

Conclusión 17. — *Al igual que otros factores de producción, la hora de cada categoría de trabajo tiene una determinada evaluación o. d. Para cada categoría de trabajo se obtiene un coeficiente fijo y objetivamente determinado, para su conversión a trabajo no cualificado (cuyo valor depende de las condiciones concretas del problema). En el caso en el que la única clase de gastos para una producción dada sea el trabajo (o si las disponibilidades de los otros gastos son ilimitadas), la relación de las evaluaciones o. d. de las diversas clases de producción está determinada por el gasto de trabajo por unidad de producto de cada clase, con la reserva de*

que todas las categorías de trabajo estén reducidas a una sola de ellas, mediante los coeficientes mencionados más arriba.

No nos paramos a examinar las propiedades y múltiples aplicaciones de las evaluaciones o. d. del trabajo. Las conclusiones 12-16 conservan aquí todo su valor. En particular, la conclusión 16 nos dice que las relaciones de las evaluaciones o. d. de la mano de obra pueden servir de guía en los problemas relativos a la racionalidad de la transferencia de ciertas categorías de mano de obra de una empresa a otra y también para la formación de mano de obra de tal o cual especialidad.

Para concluir, incluso una aproximación grosera de las evaluaciones o. d. de la mano de obra cualificada, y su aplicación a los problemas relativos al empleo del trabajo puede dar indicaciones útiles. Así, no es raro actualmente, ver obreros altamente cualificados utilizados en trabajos simples en los que podrían ser reemplazados con ventaja por obreros de menor cualificación. Por otra parte se confía a veces a obreros poco formados trabajos complejos que no les convienen, lo que entraña a menudo importantes desperdicios, una productividad muy pequeña del trabajo y una mala utilización del equipo.

El origen de este estado de cosas se halla en una evaluación poco realista del trabajo, combinada con las perturbaciones en el calendario de la planificación y los altibajos de la producción. En verdad las escalas de salarios y las normas en vigor permiten, en general, elegir los procedimientos de producción según los costes, pero estos precios no tienen en cuenta las condiciones concretas. Son particularmente erróneas en los casos de modificaciones bruscas de las condiciones de la producción como ha ocurrido, por ejemplo, durante la última guerra mundial, cuando los efectivos de mano de obra y las necesidades de las distintas especialidades se han modificado de manera radical. Hay que añadir que una evaluación correcta del trabajo en el plano nacional ha de tener en cuenta no sólo la cualificación, sino también su carácter, el lugar de empleo, el período de tiempo, etc. (trabajo masculino y femenino, diferenciación según la constitución física y la edad, trabajo en las comarcas aisladas, trabajos estacionales).[10]

El cálculo de una evaluación nacional de las diversas categorías de trabajo (fundado en el análisis de su eficacia), de las necesidades y de los recursos, nos aparece como enteramente posible. La existencia de evaluaciones correspondientes a la situación concreta sería muy útil: permitiría la asignación y utilización racional del trabajo según sus categorías (las insuficiencias a este respecto a menudo se han destacado en la prensa; por ejemplo, el empleo de hombres robustos en trabajos ligeros mientras

10. Como ya hemos señalado, las diferencias en las evaluaciones o.d. para las diversas categorías de trabajo no contradicen de ninguna manera el principio según el cual su utilización para un mismo trabajo ha de remunerarse igualmente, es decir que se respeta el principio "a trabajo igual salario igual".

se emplean mujeres en trabajos pesados). La utilización de estas evaluaciones es igualmente esencial para el análisis económico de la racionalidad del desarrollo de la producción, en un lugar dado, a través de sucesivas medidas de mecanización y automatización de los procesos de fabricación.

Además, para estimular la correcta asignación del trabajo, interesando a las empresas y a los propios obreros en la misma, estas evaluaciones deben reflejarse, hasta cierto punto, en los salarios y en la contabilidad aunque, como ya hemos recordado, no creemos que los salarios deban corresponder exactamente a las evaluaciones nacionales del trabajo. Hay que tener en cuenta también el hecho de que el subempleo de la capacidad de trabajo de una persona es perjudicial no sólo para esta persona sino para la sociedad entera, que soporta una parte de la falta de ganancia resultante. Por ello se podrían adoptar disposiciones tales que, por ejemplo, los organismos que emplean una categoría de mano de obra particularmente escasa deberían aportar sumas suplementarias a un fondo especial. Tal medida permitiría prevenir todo empleo parcial de esta categoría de trabajo y, al mismo tiempo, estimularía el empleo de las reservas de las categorías de trabajo excedentarias.

4. *Medidas dirigidas al ahorro de materias deficitarias y sus evaluaciones*

Materias deficitarias

Examinemos el caso en el que el único factor variable lo constituyen las materias. Como hemos visto en el párrafo anterior, en el caso simple en que el único gasto para la producción de materias (aparte de los factores superabundantes) está constituido por el trabajo las evaluaciones o. d. de las materias están definidas por la cantidad de trabajo (reducido a trabajo simple) necesario para su producción.

Si al mismo tiempo que el trabajo participan otros factores (por ejemplo, la energía eléctrica) en la producción de materias, sus gastos pueden reducirse a los de trabajo utilizando sus evaluaciones o. d.

La evaluación de las materias debe constituir el punto de partida. Dicho en otras palabras, de dos materias que den resultados comparables en una fabricación dada, se elegirá aquella para la cual la suma de las evaluaciones de los gastos sea menor. Sin embargo, las cosas sólo se presentan tan simples en el caso más sencillo en que no hay otro factor limitativo, puesto que se tiene la facultad de producir las materias en las cantidades que corresponden a sus evaluaciones o. d. (es decir, a los gastos de trabajo). Pero si la producción de materias, está limitada por determinados motivos (limitación de las fuentes de materias primas, insuficiencia de equipo, saturación de los medios de transporte) y no permite satisfacer todas las necesidades, el problema de su utilización más racional debe

resolverse de manera distinta. Calificaremos de *deficitarias* estas materias. Con la definición amplia que hemos adoptado, esta expresión se aplica a un gran número de materias importantes.

Al mismo tiempo que se procura el aumento de producción de materias deficitarias, generalmente se toman medidas tendentes a su economía (reducción del consumo por unidad de producto o sustitución por otras materias u otros factores de producción). Estas medidas están condicionadas estrechamente por los gastos objetivamente determinados que resultan del empleo de estas materias.[11] Para las materias deficitarias cuya producción o aprovisionamiento no puede aumentarse en un momento dado, las medidas dirigidas a su economía son las que deben definir las evaluaciones o. d. en las condiciones concretas existentes. Para el cálculo de estas evaluaciones, se puede tener en cuenta la influencia de los posibles usos de una determinada materia que no está siendo utilizada.

Veamos en un ejemplo cómo se puede tratar esta cuestión.

Ejemplo. — La materia A se utiliza en diversos productos. Los gastos de materia y de trabajo por unidad de producto son los del cuadro 26.

CUADRO 26. — *Gastos de materia y de trabajo por unidad de producción de cada clase*

Clase de producción	Número de artículos	Gastos por un artículo				Precio de coste de un artículo (en rublos)
		Materia A		Trabajo		
		kg.	rublos	horas	rublos	
I . . .	6.000	5	20	20	40	60
II . . .	1.200	100	400	100	200	600
III . . .	2.000	25	100	10	20	120
IV . . .	100	500	2.000	1.000	2.000	4.000
V . . .	100.000	1	4	15	30	34

El conjunto de producción demandada requiere 350.000/kg de materia A, pero el contingente concedido es sólo de 200.000 kg. Sea el precio de coste de la materia A, 4 rublos/kg y 2 rublos la evaluación de 1 hora de trabajo. Se necesita economizar 150.000 kg de materia A. Supongamos

11. Las enormes posibilidades de ahorro y sustitución en los metales han sido subrayados por L. I. BREZNEV en el XXI Congreso del Partido Comunista de la Unión Soviética: "Se ha calculado, por ejemplo, que se necesitan 3,5 millones de toneladas de chapa de acero para la confección de depósitos de petróleo de una capacidad de 130-150 millones de m³. Si estos depósitos se construyeran en hormigón armado se podría economizar más de un millón y medio de toneladas de metal. Posibilidades no menores existen, al respecto, en la construcción, la industria metalúrgica, construcción naval, industria petrolífera y de gas, ordenación de las ciudades (*Informe*, tomo I, p. 425).

que para todas las producciones, con exclusión de la IV, se puede sustituir la materia A por la materia B no deficitaria, cuyo valor es de 2 rublos/kg. Esto exige seguramente un consumo más elevado de esta materia y, lo más importante, de trabajo para su elaboración. Los gastos necesarios se indican en el cuadro 27. Supongamos que los artículos obtenidos sean exactamente iguales en ambos casos. Cuando esto no ocurra se puede efectuar una "reducción" a una calidad común. Por ejemplo, si los artículos producidos en el segundo caso tienen una duración 3 veces más corta (estamos pensando en artículos con una vida útil limitada), se compararán los gastos de producción de un artículo en el primer caso con los gastos de producción de 3 artículos en el segundo.

CUADRO 27. — *Gastos con la materia no deficitaria*

Clase de producción	Número de artículo	Gastos por un artículo				Precio de coste (en rublos)	Aumento del precio de coste (en rublos por artículo)	Aumento del precio de coste por Kg de A (en rublos)
		Materia B		Trabajo				
		kg	rublos	horas	rublos			
I	6.000	20	40	50	100	140	80	16
II	1.200	100	200	500	1.000	1.200	600	6
III	2.000	50	100	60	120	220	100	4
V	100.000	4	8	20	40	48	14	14

En el cuadro 27, vemos que la sustitución entraña en todos los casos aumentos del precio de coste ¿cómo efectuar esta necesaria sustitución con un mínimo de pérdidas? A primera vista parece que la pérdida mínima se obtendrá si se efectúa la sustitución en los artículos V, para los cuales el precio de coste aumenta solamente en un 41 % frente a un 133 % para los artículos I, 100 % para los artículos II y 83 % para los artículos III. Sin embargo, tal solución sería superficial.

Solución óptima y conclusión

Obtenemos la solución correcta de la manera siguiente. Para cada una de las producciones para las cuales es posible la sustitución, calculemos los gastos correspondientes para ahorrar 1 kg de materia A. En los artículos I, el ahorro de 5 kg supone unos gastos suplementarios de 80 rublos, es decir, 16 rublos por kg; en los artículos II, 6 rublos por kg; en los artículos III, 4 rublos; y para los artículos V, 14 rublos. Hemos de economizar 150.000 kg; esto significa que debemos efectuar economías en los artículos II y III que conducen a unas pérdidas menores (para 1.000 artículos II, utilizamos la materia B y para los otros 200, la materia A).

Para los artículos I, IV y V, mantengamos la materia A. El aumento total en el precio de coste se eleva a $1.000 \times 600 + 2.000 \times 100 = 800.000$ rublos. Si para obtener el mismo ahorro de materia A (150.000 kg) hubiésemos empleado materia B en la mitad de la producción (150.000 : 300.000 = = 1/2) de todos los artículos en los que es posible la sustitución (I, II, III y V), la pérdida se elevaría a $1/2 \times (6.000 \times 80 + 1.200 \times 600 + 2.000 \times \times 100 + 100.000 \times 14) = 1.400.000$ rublos. Por lo tanto la solución óptima supone una ganancia de 600.000 rublos o 300.000 horas de trabajo en relación a la segunda solución examinada.

Si debido a un análisis superficial de la cuestión hubiésemos efectuado la sustitución en los artículos V, como dijimos antes, sufriríamos una pérdida mucho más importante que en la solución óptima.

La solución obtenida da al mismo tiempo el valor de la evaluación o. d. de la materia A. En realidad, como ya es racional soportar un aumento del precio de coste de 6 rublos para disminuir 1 kg el gasto de materia A, su evaluación debe aumentarse en el mismo valor y ser igual a $4 + 6 = 10$ rublos por kg.

Si a partir de esta evaluación de la materia o. d. calculamos el precio de coste unitario de cada clase de producción (según los gastos dados en el cuadro 26), obtenemos para las evaluaciones o. d.: artículos I, 90 rublos; artículos II, 1.200 rublos; artículos III, 270 rublos; artículos V, 40 rublos. Comparando estas evaluaciones o. d. con los precios de coste del cuadro 27, vemos que el empleo de la materia B, admisible en los artículos II y III, no es racional en los artículos I y V.

Las evaluaciones o. d. de las materias deficitarias poseen todas las propiedades y tienen las mismas aplicaciones que en los ejemplos anteriores. Destaquemos solamente que la evaluación de 10 rublos/kg para la materia A es real. Por consiguiente, en todos los casos en los que los cálculos establecidos a partir de esta evaluación muestran la rentabilidad del empleo de la materia A, la producción puede asegurarse con la misma. De ese modo se pueden evitar pérdidas importantes debidas a su insuficiencia.

La relación entre la evaluación o. d. de un producto deficitario y su precio de venta (o su precio de coste), en nuestro ejemplo es $10 : 4 = 2{,}50$, que puede considerarse como un coeficiente que caracteriza cuantitativamente el déficit de la materia considerada. Algunos de estos coeficientes de déficit se han utilizado a veces en la ejecución de proyectos para corregir la falta de armonía entre los precios de algunas materias y su valor económico. Sin embargo, sus valores se definían de una manera arbitraria, al margen del método que acabamos de describir.

Además, la evaluación o. d. puede utilizarse en la solución de problemas más directamente ligados a la producción de la materia A. Supongamos, por ejemplo, que la producción de la materia A sea posible, utilizando recursos locales, al precio de 8 rublos/kg. Según los precios de coste existentes esta posibilidad debería ser descartada, puesto que

supondría un aumento del precio de coste del 100 %. Si se parte de la evaluación o. d., esta producción aparece plenamente rentable y, por consiguiente, racional. Por supuesto, la conclusión correcta es esta última. Si a partir de los recursos locales la producción tiene un volumen suficiente, será mejor no utilizar la materia B en la fabricación de artículos II, y la evaluación o. d. de A será de 8 rublos.

Los resultados obtenidos pueden formularse de la manera siguiente:

Conclusión 18. — *La evaluación o. d. de una materia deficitaria está definida no solamente por los gastos directos de trabajo por unidad de materia, sino también por todas las condiciones concretas de su producción y de su utilización y, en particular, por los gastos de trabajo necesarios para su sustitución o para su ahorro. El valor de esta evaluación depende también de la relación entre las necesidades y la producción de la materia deficitaria.*

Los problemas relativos a la utilización de las materias deficitarias pueden resolverse según el principio de rentabilidad a partir de sus evaluaciones o. d.: conviene elegir las materias que procuran el mínimo de gastos según las evaluaciones así definidas.

Señalemos que en la política económica soviética, la diferencia entre los precios de coste y los precios de las materias deficitarias se ha utilizado como una medida destinada a estimular la economía de estas materias. Así, en 1940 (y con frecuencia en los años siguientes) los precios de los metales no férricos y, en particular, del cobre se aumentaron sensiblemente. ¿Qué aporta de nuevo a ese respecto la conclusión precedente relativa a las evaluaciones o. d. de las materias deficitarias?

Nos dice, en principio, que un cambio de precios de este tipo habría sido racional para todas las materias deficitarias, sobre todo para los metales férricos y el cemento que habría permitido emplearlos mejor.

Después muestra que estos precios deben ser reales y definidos de manera objetiva, es decir, que todas las posibilidades de empleo en donde estas materias son rentables, a pesar del aumento de precios a que pueden dar lugar, deben ser satisfechas. Esto no se ha cumplido siempre y ha habido numerosos casos en los que la imposibilidad de obtener cantidades relativamente pequeñas de materias ocasionó el paro de la producción (en la construcción) o la disminución de la calidad y dio lugar a gastos importantes no productivos, mientras que estas mismas materias se habrían podido economizar o reemplazar por materias no deficitarias con menos dificultades y, en todo caso, con pérdidas inferiores en otros lugares.

Son frecuentes pérdidas de esta clase debidas al carácter irreal de los precios (a pesar de la evidente necesidad de una materia escasa y de la rentabilidad de su uso, a cualquier precio, no se dispone de la misma). Así, en las empresas petrolíferas no se utilizan plenamente todas las posi-

bilidades de extracción y se producen graves pérdidas debido a insuficiente disponibilidad de equipo. Cada tonelada de metal utilizado en la construcción de depósitos permitiría ahorrar decenas de toneladas de petróleo al mes. Es posible que, al mismo tiempo, las empresas metalúrgicas y de transformación de metales no trabajen a su plena capacidad debido a las dificultades halladas en el aprovisionamiento de ciertas materias, dificultades debidas a insuficiencia de combustible. Es también perfectamente posible que cada tonelada suplementaria de petróleo permita reducir en 10 toneladas las pérdidas en la producción de metal o de artículos metalúrgicos. Tal situación puede juzgarse normal para cada una de las dos industrias por separado. Sin embargo, una asignación y un abastecimiento mejor coordinados podrían dar 10 toneladas de petróleo y 10 toneladas de metal suplementarias. Son numerosos los ejemplos de esta clase.[12]

La utilización de evaluaciones reales correctas (aunque se hayan determinado de manera aproximada), empleando un material escaso siempre que resulta ventajoso a pesar de su elevada evaluación, conduciría a la eliminación de las mencionadas pérdidas. La cantidad de material necesario para esta finalidad podría obtenerse realizando economías donde resulta aconsejable, según las evaluaciones o. d., independientemente de si ello resulta superfluo según los cálculos habituales o de si el uso de los materiales escasos en este ejemplo ha sido consagrado por la tradición.

Para concluir, observemos que el concepto de materia deficitaria así como el grado de la escasez dependen de las circunstancias. El ámbito de la utilización racional de una materia y las necesidades de la misma dependen de los precios. Si, en el ejemplo examinado, el precio de la materia A hubiera sido 10 rublos en vez de 4 rublos no se habría previsto la utilización de la materia B en los artículos III. Asimismo, el volumen de la producción de una materia depende de los precios. Por consiguiente, para obtener el precio económicamente correcto de una materia, que se aproxime a las evaluaciones o. d. y estimule por un lado el ahorro y sustitución de las materias y por otro el crecimiento de su producción, es necesario equilibrar en el plan las necesidades y la producción y, por tanto, terminar con la escasez de la materia dada.

Las consideraciones anteriores pueden recordar ciertos principios de la economía clásica (ley del equilibrio entre la oferta y la demanda) o

---

12. Pérdidas de esa clase todavía más importantes se mencionaron en el discurso de M. T. EFREMOV en el XXI Congreso del Partido Comunista de la Unión Soviética: "En las explotaciones petrolíferas de nuestra región se queman cada día en las antorchas 2 millones de m^3 de gas. En 1957 se quemaron 664 millones de m^3 de gas. Dicho gas habría podido suministrar el combustible de la ciudad de Kuibichev durante 3 años enteros. La combustión de gas en las antorchas es corriente en muchas empresas petrolíferas del país. Esto se debe sobre todo a la falta de medios para el transporte y utilización del gas y también a que el problema de la acumulación de gas en grandes volúmenes todavía no está resuelto". (*Informe*, tomo II, p. 28.)

de la escuela subjetivista de la utilidad marginal. En realidad nuestro análisis es radicalmente distinto de estas teorías y presenta sobre ellas la ventaja de un enfoque científico y objetivo. Lo que se ha definido no es la demanda o la "utilidad", sino elementos perfectamente reales y objetivos de la producción: la medida de las economías realizables, la dimensión de las necesidades de una materia determinada en un sector dado, los gastos reales de un proceso de producción determinado. En fin, las evaluaciones o. d. están definidas plenamente de acuerdo con la teoría del valor-trabajo de los gastos (de trabajo, en último término) socialmente necesarios para asegurar la producción en las condiciones dadas (Cf. también las secciones 5 y 6).

5. *Utilización racional del equipo. Evaluación locativa*

Exposición del problema

Hasta ahora en los problemas examinados el equipo se consideraba como un factor superabundante y no nos planteamos el problema de su utilización. Sin embargo, éste es un problema esencial. Su análisis reviste un carácter que le es propio y que conduce a conclusiones importantes. Cuando el equipo es limitado su correcta asignación para su mejor utilización según sus posibilidades técnicas, es una tarea muy importante. Los métodos existentes de análisis de estos problemas no se han explotado de una manera satisfactoria y, a menudo, no garantizan soluciones correctas. Vamos a exponer el método propuesto para la resolución de este problema a través de un ejemplo concreto.

Ejemplo. — La eficacia en la utilización de diferentes equipos y máquinas en los trabajos de excavación, transporte, carga y descarga, etc. depende esencialmente de ciertas condiciones: del volumen y de la concentración del trabajo, de la distancia, etc. Supongamos que el trabajo pueda realizarse manualmente (con los instrumentos más simples) o con ayuda de máquinas, del mismo tipo, que se poseen en número limitado.

Supongamos que los trabajos se dividen según su carácter en 5 categorías. El cuadro 28 ofrece, para cada categoría, la producción diaria del trabajo manual y del trabajo mecánico. El volumen de trabajo (en unidades correspondientes) y el precio de coste por unidad de trabajo de cada categoría se indican igualmente en ambos casos; los precios de coste incluyen todos los gastos de explotación, amortización y entretenimiento ligados al trabajo productivo.[13]

13. Aunque el equipo no se utilice, tiene lugar cierta depreciación del mismo; es preferible no tenerla en cuenta aquí puesto que es la misma para todos los trabajos cuando las máquinas no se utilizan y, por tanto, representa un coste fijo.

Se supone que los gastos se han calculado de manera correcta y que, en caso contrario, se han efectuado las oportunas correcciones como: una más precisa conversión de trabajo cualificado a trabajo simple; el gasto en energía eléctrica y combustible se contabiliza según las evaluaciones o. d., así como las materias deficitarias utilizadas.

CUADRO 28. — *Producciones diarias y costes*

Categoría de trabajos	Volumen de trabajos	Manualmente		Con máquinas		Número máquinas de necesarias para efectuar la totalidad de los trabajos
		producción diaria (unidades)	precio de coste (rublos/ unidad)	producción diaria (unidades)	precio de coste (rublos/ unidad)	
I	2.000.000	40	0,6	1.000	0,2	20
II	1.500.000	10	3,0	500	1,2	30
III	200.000	4	7,0	50	1,0	40
IV	40.000.000	200	0,15	10.000	0,05	40
V	2.500.000	20	1,5	500	0,3	50

Se dispone de 100 máquinas y el plazo de ejecución de los trabajos es de 100 días. Se ha de elegir, para cada categoría de trabajo, un medio manual o mecánico de tal forma que el precio de coste total del conjunto de trabajos sea mínimo. La solución no se modifica de una manera sustancial si añadimos la condición de que el número de obreros manuales complementarios, aparte de los encargados de las máquinas, ha de ser mínimo.

El trabajo manual supone en todas las categorías (cuadro 28) el precio de coste más elevado, pero su empleo es necesario, ya que se precisarían 180 máquinas en vez de 100 para efectuar mecánicamente todos los trabajos en el tiempo deseado. ¿A qué trabajos hay que asignar las máquinas?

A primera vista parece que sea ventajoso asignar las máquinas a los trabajos en los que proporcionan la mayor reducción de coste en relación al trabajo manual, es decir, a los trabajos III en donde el precio de coste es 7 veces más bajo. Sin embargo, como veremos en seguida, esta asignación no es la mejor.

Para obtener la solución óptima calculemos para cada categoría de trabajo en cuánto permite disminuir el precio de coste en relación al trabajo manual la utilización de las máquinas. Obtenemos por unidad de la categoría I: $0{,}6 - 0{,}2 = 0{,}4$ rublos por máquina y día; $1.000 \times 0{,}4 = 400$ rublos; asimismo, 900 rublos para la categoría II; 300 rublos para la categoría III; 1.000 rublos para la categoría IV; 600 rublos para la categoría V. De ahí se deduce claramente que, en principio, hay que destinar

las máquinas a los trabajos IV, después a los trabajos II, V, I y finalmente a los trabajos III. Para realizar los de la categoría IV en 100 días, se necesitan 40 máquinas; 30 para los trabajos II, y 50 para los trabajos V. Se ha rebasado el efectivo del parque de máquinas. Una parte de los trabajos V (y la totalidad de los trabajos I y III) ha de efectuarse, pues, manualmente.

De este modo obtenemos el plan óptimo (cuadro 29).

CUADRO 29. — *Plan óptimo*

Categoría de trabajos	Manualmente			Con máquinas		
	número de obreros	volumen de trabajos	precio de coste (en rublos)	número de máquinas	volumen de trabajos	precio de coste (en rublos)
I . . .	500	2.000.000	1.200.000	—	—	—
II . . .	—	—	—	30	1.500.000	1.800.000
III . . .	500	200.000	1.400.000	—	—	—
IV . . .	—	—	—	40	40.000.000	2.000.000
V . . .	500	1.000.000	1.500.000	30	1.500.000	450.000
Total . .	1.500		4.100.000	100		4.250.000

Además de los obreros que cuidan las 100 máquinas, la realización del conjunto de los trabajos exige 1.500 obreros. El coste total, mínimo en las condiciones dadas, se eleva a 8.350.000 rublos. Si, por ejemplo, los trabajos IV se hubieran ejecutado manualmente y los trabajos III mecánicamente, como hubiera podido sugerir un análisis superficial, se habrían necesitado 3.000 obreros en vez de 1.500 y el coste total hubiera sido más elevado (2.800.000 rublos más).

Evaluación locativa

Hemos establecido una asignación racional de las máquinas a partir de las economías procuradas por máquina-día para cada categoría de trabajo. Interrumpimos la asignación de las máquinas en los trabajos V, en los que su empleo proporciona una economía de 600 rublos. Esta última cifra tiene una significación importante. Muestra que cada máquina suplementaria permite una economía de 600 rublos por día; al contrario, para cada máquina de menos, el precio de coste aumenta en la misma cantidad. De ese modo será ventajoso gastar hasta 600 rublos al día para poseer una máquina suplementaria. Llamaremos a esta magnitud la *evaluación locativa* de una máquina-día. Esta evaluación es objetivamente

determinada y real, puesto que cada máquina-día suplementaria permite economizar 600 rublos.

Hemos elegido la expresión evaluación locativa porque es la evaluación de la renta que se habría tenido que pagar si esta máquina se hubiera tomado en alquiler durante un cierto tiempo. Se puede considerar igualmente como la *renta del equipo* que, aunque no se pague, debe tenerse en cuenta. Nos parece además que la misma debería estar reflejada en el cálculo económico.

El significado económico de la evaluación locativa del equipo, en tanto que factor que repercute en la productividad de la mano de obra, se caracteriza por la medida en que puede alcanzarse esta economía potencial de trabajo, en las condiciones dadas, utilizando el factor dado (el uso de una máquina). Por este motivo, al calcular el coste o ahorro de trabajo, el gasto de este factor debe computarse según esta evaluación.[14] (La no utilización de una máquina durante un día, entraña la pérdida de 600 rublos o una cantidad equivalente de trabajo).

Incluiremos ahora esta evaluación locativa por máquina-día en el cálculo del precio de coste de la unidad de cada categoría de trabajo, cuando se emplean las máquinas. Entonces, por ejemplo, para cada unidad de la categoría I (en donde la producción diaria de una máquina son 1.000 unidades), al precio de coste de 0,2 rublos debemos añadir 600 : 1.000 = 0,6 rublos, montante de la evaluación locativa por unidad, y obtenemos un total de 0,8 rublos. Efectuando el mismo cálculo para las otras categorías de trabajo obtenemos (cuadro 30) "el precio de coste" por unidad de cada categoría de trabajo. Este cuadro indica también los precios de coste del trabajo manual.

Vemos que la mecanización es ventajosa en los trabajos de las categorías II y IV y que el precio de coste de los trabajos de la categoría V es el mismo tanto si esos trabajos se efectúan mecánicamente como si se realizan manualmente, lo que está de acuerdo con el plan óptimo (las cifras correspondientes al óptimo se han escrito en negritas).

Así, cuando los precios de coste se calculan teniendo en cuenta las evaluaciones locativas de las máquinas, la elección de los medios de producción está guiada por el principio del coste mínimo (rentabilidad), es decir, que cada trabajo se efectúa por el procedimiento que supone el menor coste.

Los problemas relativos a la utilización del equipo no se pueden resolver a no ser con ayuda de la evaluación locativa, definida según las condiciones concretas (volumen y categoría de trabajos, parque existente de máquinas). Esta evaluación muestra que la falta de una máquina entraña una pérdida de 600 rublos, que cada día de utilización de una

14. Volveremos con más detalle sobre esa cuestión en el momento del análisis de la renta (Cf. págs. 95-107).

CUADRO 30. — *Definición de los precios de coste habida cuenta de la evaluación locativa*

Categoría de trabajos	Precio de coste total con máquinas (teniendo en cuenta la evaluación locativa) en rublos por unidad	Precio de coste con trabajo manual (en rublos por unidad)
I	0,8	0,6
II	2,4	3,0
III	13,0	7,0
IV	0,11	0,15
V	1,5	1,5

máquina para los trabajos para la categoría III entraña una pérdida de $50 \times (13{,}0 - 7{,}0) = 300$ rublos. Al contrario, la realización manual de los trabajos de la categoría II va acompañada de una pérdida de 0,6 rublos por unidad. Si no se tuviera en cuenta la evaluación locativa se llegaría a conclusiones distintas: utilización de las máquinas para los trabajos de la categoría III, ya que representan un coste muy pequeño; realización manual de los trabajos de la categoría II, puesto que todos los trabajos no pueden realizarse mediante máquinas.

Demos un ejemplo. Supongamos que destinar un obrero suplementario al servicio de una máquina permite un aumento de la productividad del 10 % en los trabajos V. La evaluación de la jornada de este obrero es de 30 rublos ¿es racional esta asignación? Calculemos los precios de coste según el modo habitual. Los gastos diarios para los trabajos V eran de $500 \times 0{,}3 = 150$ rublos (Cf. cuadro 28). Ahora son de $150 + 30 = 180$ rublos. Si la producción de las máquinas ha aumentado un 10 %, su producción diaria será de 550 unidades y el coste unitario de los trabajos V será igual a $180/550 = 0{,}33$ en vez de 0,30 rublos. La productividad de los obreros que sirven las máquinas disminuye en la misma proporción. Según esto, tal medida parece irracional. Efectuemos ahora el cálculo teniendo en cuenta la evaluación locativa del equipo. El precio de coste primitivo es igual a 1,5 rublos (cuadro 30). Los gastos diarios son de $500 \times 1{,}5 = 750$ rublos y $750 + 30 = 780$ rublos si se utiliza el obrero suplementario. Como la producción es igual a 550, el precio de coste unitario es de $780/550 = 1{,}42$ rublos. Se obtiene una disminución del coste y, por tanto, el cambio propuesto es aconsejable en las condiciones dadas. Sin embargo, hay que añadir que en la práctica el problema está lejos de plantearse en estos términos. Si en un sector se dispone de una máquina, el problema de saber cómo se podría utilizar en otros sectores no se

considera y, en ausencia de tal eventualidad, la medida considerada en este ejemplo carece de interés y no se aplicará.[15]

Al contrario, la introducción de las evaluaciones locativas en los análisis económicos concernientes a la utilización del equipo permite tener en cuenta la situación general. El cálculo de las evaluaciones locativas es particularmente importante en los problemas relativos a la utilización de los equipos pesados y de gran duración (forja, excavadoras, generadores, complejos químicos), que exigen mucha mano de obra y cuya productividad condiciona a menudo el conjunto de los trabajos de la empresa. Es evidente que las medidas que se traducen en un aumento, aunque sea limitado, de la productividad de estos equipos están justificadas (por ejemplo, la adopción de jornadas de 4 a 6 horas para el personal de estos equipos o un entreno especial para dicho personal si produce un aumento de la productividad aunque sólo sea en un porcentaje pequeño). Por esto es normal, en la metalurgia, conceder más importancia a los índices de producción de metal que a los costes. Cuando se tienen en cuenta las evaluaciones locativas en los gastos, todas las medidas que aumentan la productividad se reflejan favorablemente en los costes.

Si la automatización asegura un incremento en la productividad de maquinaria complicada, costosa y utilizada a plena capacidad, aun si su realización y explotación supone gastos muy considerables, algunas veces incluso superiores a los costes de funcionamiento de la maquinaria hasta el momento de la automatización, el cálculo económico, teniendo en cuenta la evaluación locativa del equipo, confirmará la justificación de la automatización. El análisis económico corriente puede demostrar lo contrario.

Otro ejemplo. — Una máquina puede montarse en 10 días por un coste de 2.000 rublos. La duración del montaje puede reducirse a 2 días y el coste del montaje es entonces de 3.000 rublos (horas extraordinarias, utilización de materiales más costosos). A primera vista no es evidente que esto sea ventajoso. La solución correcta sólo puede obtenerse teniendo en cuenta la evaluación locativa. De hecho 8 días de no empleo de la máquina (debido al tiempo superfluo de montaje) supone una pérdida de $8 \times 600 = 4.800$ rublos. Como la diferencia en el coste de montaje es tan sólo de 1.000 rublos, ocurre en este ejemplo que en caso de insuficiencia de máquinas la aceleración en el montaje puede ser racional, a pesar del aumento de los gastos que ello supone.

La evaluación locativa del equipo debe tenerse en cuenta en la resolución de los problemas relativos a las posibilidades de realización del plan cuando ocurren modificaciones en los medios de producción. En el ejem-

15. En la prensa se han citado ejemplos característicos en este sentido. Así los actuales índices de productividad del trabajo y el sistema de remuneración constituyen a menudo un freno a la utilización intensiva de los equipos complejos en la producción carbonífera.

plo examinado teníamos 1.500 hombres trabajando manualmente y digamos 300 hombres sirviendo a las máquinas, o sea, en total 1.800 obreros. El tiempo total de ejecución de los trabajos era de 100 días ¿cómo se modifica este tiempo si se añaden 300 obreros suplementarios? Por supuesto no sería exacto afirmar que un aumento en el número de obreros del 300 : 1.800 = 16,7 % permite reducir el lapso en 16,7 : 116,7 = 14,3 %, es decir, efectuar los trabajos en 85,7 días, puesto que el número de máquinas no se ha modificado. El cálculo ha de efectuarse de la manera siguiente. La producción total diaria de los medios existentes se evalúa en 83.500 rublos y en 143.500 rublos teniendo en cuenta la evaluación locativa. La productividad de un obrero empleado en los trabajos V, a donde deben destinarse los obreros suplementarios, es de $20 \times 1{,}5 = 30$ rublos por día. La producción del conjunto de obreros suplementarios será de $300 \times 30 = 9.000$ rublos por día y el aumento relativo de la producción de 9.000 : 143.500 = 6,3 %. El tiempo se acortará en un 6,3 : 106,3 = = 5,9 %, es decir, que los trabajos podrían realizarse en 94,1 días.

Sin embargo, este modo de cálculo se adopta tan sólo en raras ocasiones. He aquí un ejemplo característico. Después de la ley del Soviet Supremo del 26 de junio de 1940, ciertos directores de empresas pensaban que el paso de la duración de la jornada de trabajo de 6 a 7 horas debía "automáticamente" suponer un aumento en el volumen de producción del 14-15 %. En realidad para la gran mayoría de las empresas este aumento no fue más que del 6-7 %. El aumento de la producción del 14-15 % se consiguió tan sólo en las empresas que disponían reservas de equipo. En las estimaciones no se había tenido en cuenta tampoco el hecho de que la productividad horaria es tanto más elevada cuanto más corta es la jornada de trabajo.

Con la reducción de la jornada de trabajo a 7 horas y después a 6-5 horas este punto reviste en nuestros días una importancia particular sobre todo para la mano de obra que sirve a un equipo complejo y costoso, cuando la reducción de la jornada de trabajo hace posible intensificar el uso del equipo. Supongamos, por ejemplo, que para los trabajos V el paso a la jornada de 7 horas va acompañado de un aumento en la productividad del equipo del 5 % (gracias a una vigilancia más atenta, al aumento de las cadencias, etc.). La reducción de la jornada de trabajo de 8 a 7 horas aumenta el coste horario de la mano de obra encargada de las máquinas en un 14 %. Habida cuenta del aumento de la productividad calculemos el nuevo valor de la evaluación o. d. de los trabajos de esta categoría. Los gastos diarios se elevan a $150 \times 1{,}14 = 171$ rublos, es decir, a 771 teniendo en cuenta la evaluación locativa. Pero como se obtendrán $500 \times 1{,}05 = 525$ unidades de trabajo de la categoría V, los gastos por unidad se elevarán a 771 : 525 = 1,47 rublos en vez de 1,5 rublos. Se observa que, en esas condiciones, la reducción de la jornada de trabajo tiene un efecto económico positivo.

Se deduce claramente de este cálculo, a pesar de su carácter convencional, que la disminución de la jornada de trabajo es económicamente racional en primer lugar en los procesos de producción continuos que utilizan un equipo complejo y altamente productivo, cuando se dispone de recursos de mano de obra que permiten la utilización intensiva del equipo. El cálculo de las evaluaciones locativas es importante también en el análisis de otros problemas parecidos, tales como la introducción de turnos de trabajo.

Además, las evaluaciones locativas permiten la evaluación de los trabajos de cada categoría en el plano nacional. Para los trabajos I y III que se efectúan manualmente en el plan óptimo (Cf. cuadro 29), esta evaluación se define naturalmente por el precio de coste del trabajo manual, es decir (Cf. cuadro 28), es igual a 0,6 rublos para los trabajos I y a 0,7 rublos para los trabajos III.

Para los trabajos V, que se realizan en parte manualmente y en parte con ayuda de máquinas, tenemos los dos valores del coste dados en el cuadro 28 (1,5 rublos y 0,3 rublos). Es evidente que si los trabajos son de la misma calidad la evaluación ha de ser la misma con independencia de los medios empleados en su realización, puesto que "cada mercancía particular cuenta, en general, como un ejemplar medio de su especie".[16]

¿Con cuál de estas cifras debemos quedarnos? Evidentemente con la cifra 1,5. En efecto, si falla una unidad suplementaria del trabajo V, ésta deberá realizarse manualmente con un gasto de 1,5 rublos, ya que todas las máquinas son utilizadas. Además, la reducción del volumen de los trabajos V en una unidad permitiría disminuir los gastos en 1,5 rublos.

De ese modo, la cantidad de trabajo socialmente necesario para la producción de una unidad de trabajo V, que define el valor de esta unidad, es equivalente a 1,5 rublos.[17] En fin, para los trabajos II y IV que se efectúan mecánicamente en su totalidad, la evaluación correcta ha de tener en cuenta la evaluación locativa de las máquinas, es decir, se ha de recoger en el cuadro 30 (cifras en negrita). En efecto, para producir 500 unidades suplementarias de trabajos II, hay que soportar unos gastos de $500 \times 1{,}2 = 600$ rublos cuando se utilizan las máquinas (lo que es racional). Además, para liberar una máquina durante 1 día, hay que rea-

---

16. K. MARX, *El Capital*, volumen I, p. 39.

17. En este caso, generalmente no se utiliza el coste de producción sino el coste medio de la producción. Por ejemplo, en el caso considerado, se tendrá para los trabajos V $(1.000.000 \times 1{,}5 + 1.500.000 \times 0{,}3) : 2.500.000 = 0{,}78$ rublos. Sin embargo, la asignación de los trabajos y el control del plan de trabajo corriente fundados en este valor medio no son correctos, puesto que los gastos necesarios para la producción de una unidad de los trabajos V (o las economías resultantes de la reducción del volumen de los trabajos en una unidad) no vienen definidos por esta cifra. De igual manera se puede definir la velocidad media de un proyectil durante todo el tiempo de su movimiento. Sin embargo, si se considera su fuerza de penetración, no es esta velocidad la que importa, sino la que tendrá el proyectil en el instante de su impacto.

lizar manualmente 500 unidades suplementarias de trabajos V, lo que supone un aumento de gastos de $500 \times 1{,}2 = 600$ rublos. La totalidad de los gastos suplementarios se establece pues en $600 + 600 = 1.200$ rublos, de donde se deduce que el precio de coste es igual a $1.200 : 500 = 2{,}4$ rublos indicado precisamente en el cuadro 30.

Este ejemplo puede interpretarse de otra manera. En las industrias mecánicas el empleo de ciertos tipos de equipo (prensas de estampado, automatización) aumenta considerablemente la productividad y disminuye en grandes proporciones los precios de coste (en relación a las máquinas-herramienta habituales empleadas en la transformación mecánica de los metales). Sin embargo, muy a menudo estos equipos están tan cargados que no pueden utilizarse en todos los casos en los que su empleo produciría un efecto positivo. ¿En qué clase de artículos es más racional su empleo? Supongamos que la productividad y los precios de coste estén dados por las cifras del cuadro 28, pero que las cifras de la quinta columna corresponden a un equipo altamente productivo (prensas o automatismos).

En este caso el método de solución expuesto anteriormente permite elegir las categorías de trabajo para las cuales es racional utilizar el equipo más productivo. El reparto más eficaz se indicará por el cálculo de su evaluación locativa. Cuando se presentan varios tipos de equipo altamente productivos y deficitarios conviene definir la evaluación locativa de cada uno de ellos.[18] Las evaluaciones locativas deberán incluirse en la definición de las evaluaciones o. d. ("precio de coste" correctos) de la producción, sin los cuales no se obtendrían las relaciones exactas. De ese modo las piezas complejas sueltas fabricadas con ayuda de líneas automáticas pueden tener los precios de coste más bajos que las piezas separadas más simples pero fabricadas mediante máquinas-herramienta tradicionales.

La evaluación locativa juega un papel importante en la asignación del equipo. Para el mismo tipo de equipo, una evaluación locativa más elevada para una empresa que para las otras, demuestra que aquélla tiene una necesidad más apremiante de equipo suplementario. Los resultados obtenidos pueden formularse de la manera siguiente:

Conclusión 19. — *En la resolución de los problemas relativos al uso del equipo, debe tenerse en cuenta el grado de utilización del mismo en un producto o trabajo dados, a través de la inclusión de su evaluación locativa. Su valor, igual al ahorro de trabajo obtenido con una unidad adicional de equipo en un plan óptimo, viene determinado por las condiciones concretas: volumen y tipo de trabajos a realizar, disponibilidad de la clase de equipo considerado. En la elección de los medios para realizar el trabajo, en el plan óptimo, se observa el principio del gasto mínimo (su-*

18. El método de cálculo simultáneo de las evaluaciones locativas de varios tipos de equipo se dará en el apéndice II.

puesto que éste comprenda el grado de utilización del equipo en términos de su evaluación locativa). La evaluación locativa del equipo debe tenerse en cuenta para obtener las evaluaciones o. d. de cada clase de producto y trabajo.

La evaluación locativa posee las mismas propiedades y las mismas aplicaciones que las otras evaluaciones o. d.

Utilización del equipo

El problema de la correcta y completa utilización del equipo tiene gran alcance y es uno de los que ha recibido soluciones menos satisfactorias. Si los casos de subempleo de la mano de obra son fenómenos aislados, el subempleo o la mala utilización del equipo es frecuente. Este problema se discutió en la XVIII Conferencia del Partido donde se reveló que los casos de empleo parcial o irracional del equipo son numerosos. Incluso hoy día este problema no se ha resuelto aún de manera satisfactoria. En su intervención con motivo de la reorganización de la dirección de la industria en el transcurso de la sesión del Soviet Supremo (enero de 1957), N. Kruschev insistió con muchos detalles sobre la necesidad de utilizar el equipo de la manera más completa y eficaz.

Uno de los objetivos fundamentales de las cifras de control del plan septenal en curso es una mejor utilización de la capacidad de producción de las empresas.

Actualmente el equipo está lejos de ser utilizado plenamente. No es raro que grúas o transportadores trabajen solamente durante el 5 o el 10 % de su tiempo, mientras que trabajos importantes de carga y descarga se realizan manualmente. En algunos sitios, se utilizan, de tarde en tarde, excavadoras y "scrapers" para cavar pequeñas zanjas y para la nivelación de pequeñas superficies, mientras que otros trabajos importantes de excavación (para canales de riego, carreteras) se efectúan manualmente, en gran medida, o con material poco productivo. ¿Cómo se explica esta situación? Por el hecho de que un factor de primera importancia (el grado de utilización de un equipo complicado y a menudo escaso) no se valora cuantitativamente ni en la medida que le corresponde. Por consiguiente, la utilización de ciertos equipos puede parecer conveniente (menor precio de coste) incluso si su nivel de ocupación es bajo. De ahí resulta que el empleo de estos equipos aparece racional en muchas más ocasiones de lo que la cantidad disponible de los mismos permite. Nuestro trabajo precedente, aunque simple, muestra lo difícil que es entonces elegir racionalmente el lugar de utilización del material. De modo que el equipo se reparte, en gran medida, al azar. Además, si el equipo aparece en el balance de las empresas, siempre se conserva, puesto que aunque no se utilice en grado significativo, proporciona algún incremento de productividad y reducción en el coste, así como ayuda en la organización de la

producción. Si no se usa en absoluto, no representa ningún gasto para la empresa.[19] El hecho de que este equipo podría ser mucho más útil en otra empresa no se tiene en cuenta.

Con una "atribución igualitaria" no era raro otorgar nuevas unidades a los parques de automóviles ya largamente abastecidos, dándoles el mismo tratamiento que a otros parques que sufren de insuficiencia manifiesta de vehículos. La consecuencia es que unos no puedan hacer frente a sus obligaciones mientras que otros disponen de una reserva inutilizada de medios de transporte en estado excelente. Hechos de esta naturaleza eran frecuentes en el pasado.

La introducción de la evaluación locativa en los cálculos puede asegurar una mejor utilización del equipo. Incluso si el valor obtenido para la evaluación locativa es muy aproximado el tenerlo en cuenta permitirá evitar, cuando menos, las faltas flagrantes de racionalidad, aún frecuentes, en la explotación del equipo. La inclusión en los gastos de una elevada evaluación locativa del equipo impediría la asignación del mismo donde nunca o raramente se utiliza, por las mismas razones por las que nadie mantiene mucho tiempo la mano de obra sin trabajar debido a los gastos excesivos de salarios que esto implicaría. Al mismo tiempo esto permitiría reservar el equipo a los sectores en donde podría explotarse al 80-100 %. El empleo del equipo sería entonces satisfactorio y se obtendría una disminución de los precios de coste, a pesar de las importantes evaluaciones locativas. En este orden de ideas no se asignarían sin necesidad medios a los parques de automóviles del ejemplo anterior, puesto que ello constituiría una carga muy pesada en sus finanzas.

Cuando se incluye la evaluación locativa del equipo en el total de gastos que constituye la base de la evaluación de la producción de un plan óptimo, en el que se ha logrado un equilibrio económico entre necesidades y producción, el concepto de escasez de un producto pierde su significado. En realidad un déficit no se manifiesta, por lo general, más que cuando una disminución relativa de los precios provocada por una contabilización incompleta de los gastos conduce a una demanda económi-

---

19. Esto tiene como consecuencia la existencia de grandes cantidades de equipo no instalado ni utilizado. "En 1 de agosto de 1958 había el siguiente equipo no instalado en la economía de la Federación rusa: 60.000 máquinas de cortar metales, más de 15.000 prensas de forja" (Cf. intervención de A. B. Aristov en el XXI Congreso del P.C.U.S., *Informe*, tomo I, p. 503). Se pueden citar igualmente los hechos aportados por A. P. Kirilenko: "Es deplorable, sin embargo, que una parte de las máquinas y equipo construido permanezca largo tiempo en los parques. Entre el material de equipo construido por empresas del Ural en 1953-57, forjas, laminadoras y prensas potentes, de un peso total de 80.000 toneladas y de un valor superior a 500 millones de rublos, lo que representa casi tres años de trabajo, no se han puesto en servicio todavía. La culpa incumbe principalmente a los órganos locales; sin embargo me parece que el Gosplan de la U.R.S.S. debería desempeñar su papel de organizador y planificar de manera más precisa la fabricación del equipo en concordancia con los plazos de construcción de los talleres y factorías" (*Idem*, p. 189).

camente injustificada de este producto. Pero incluso en el caso de déficit real de un producto (ruptura del equilibrio entre las necesidades económicamente justificadas y el volumen de la producción) los precios muy bajos no atenúan este déficit, ya que no estimulan el desarrollo rápido de su producción o la sustitución del producto deficitario.

La evaluación locativa juega un papel esencial en el examen de la demanda de equipos nuevos. El cálculo de la evaluación locativa muestra que las demandas de las empresas en las que el equipo no se utiliza de manera completa y eficaz no están fundadas, aunque sin este cálculo estas demandas podrían parecer perfectamente justificadas (como las demandas de máquinas para los trabajos I y III del ejemplo examinado antes). Al mismo tiempo esta reducción de las necesidades permitiría satisfacer plenamente las demandas en las que el equipo produce su efecto máximo. En vez de exigir un equipo complementario que aumentaría muy sensiblemente los costes (al incluir en estos la evaluación locativa), muchas empresas se dedicarían a explotar plenamente y de la manera más eficaz el equipo existente, a disminuir los tiempos de montaje, etc., a fin de reducir sus gastos. Por el contrario, las empresas en las que las máquinas herramientas pedidas podrían trabajar con una eficacia plena y en donde la ausencia de estas máquinas se traduciría por una limitación de la producción verían satisfechas inmediatamente sus demandas.

En lo relativo a los medios de producción móviles (como la maquinaria para la construcción) las empresas se esforzarían en guardarlos y solamente durante el período en que se utilizan plenamente y en organizar los trabajos a fin de acortar este período. A este respecto conviene añadir que si la expansión en la construcción ha sido muy lenta (en particular antes de la segunda guerra mundial) ha sido en parte debido a la no inclusión de la evaluación locativa en los costes. El sistema, introducido recientemente, de cuotas de amortización más elevadas para el equipo proporcionado a las empresas constructoras, va esencialmente en la misma dirección y afecta favorablemente el uso de la maquinaria.

Finalmente, el cálculo de la evaluación locativa del equipo contribuiría de manera decisiva a resolver el problema de la evaluación de la producción. En la actualidad a menudo se obtienen costes muy diferentes si la producción se lleva a cabo con equipo simple o complejo. Algunas veces esta diferencia permanece, otras se adopta el coste promedio, pero ninguna de estas soluciones es satisfactoria. Si el coste por metro cúbico de excavación viene dado por dos índices diferentes (para el trabajo manual y para el realizado con ayuda de máquinas), al solucionar el problema de la planificación sin conocer de antemano de qué medios se dispondría, es imposible llegar a una idea más o menos correcta del volumen del gasto necesario (comparando varias soluciones, etc.). Tampoco el promedio reflejará el gasto de un determinado trabajo o producto (ver nota de la página 88) y a menudo conducirá a error. De hecho si el precio de coste

de un artículo es de 8 rublos en una empresa con un equipo nuevo y especializado y de 12 rublos en una empresa vieja y si, por ejemplo, el precio medio de venta se fija en 10 rublos, la segunda empresa será acusada sistemáticamente de trabajar con pérdida y de no ser rentable a pesar de la calidad real de su trabajo. Al resolver el problema de si el uso de este artículo es aconsejable se tendrá en cuenta su precio de venta de 10 rublos y también el hecho de que al abandonar su producción (en la segunda empresa) puede reducirse el gasto de 12 rublos. El cálculo de la evaluación locativa evitaría la aparición de varios precios (o de un injustificado precio medio) y daría en cambio un precio reflejo real del gasto para un volumen de producción dado.

La utilización racional de la producción depende también de que se tenga en cuenta la evaluación locativa. Supongamos que dos máquinas distintas puedan construirse en una empresa moderna al coste de 600.000 rublos cada una y en una empresa antigua al de 1.200.000 rublos. Evidentemente los precios de estas máquinas deberían ser iguales. Pero si una no pudiera de hecho fabricarse más que en la primera empresa y la otra únicamente en la segunda, sus precios establecidos según los precios de coste serán muy diferentes, lo que creará confusión en las soluciones económicas referentes a su utilización.[20] La adopción de una evaluación locativa más elevada para la empresa moderna haría desaparecer esta diferencia.

Es conveniente indicar que además de la posibilidad de determinación de la evaluación locativa de los medios de producción indicada en este ejemplo (a partir del cálculo de la pérdida en que se incurre al pasar a utilizar trabajo manual), hay otras posibilidades. En particular, la eficacia de utilizar unos determinados medios puede calcularse a partir de la evaluación de la producción obtenida utilizando estos medios, si dicha evaluación se conoce a partir de otros datos. Por ejemplo, ésta puede conocerse a través del nivel de gastos en la producción del mismo producto utilizando otro procedimiento (c.f. sección 4).

Para ilustrar esta posibilidad volvamos al ejemplo de la sección 1 del capítulo I, cuyo problema era la asignación del programa de producción. Supongamos que la evaluación de un conjunto de artículos sea de 65 rublos (dos artículos n.º 1 y un artículo n.º 2). Entonces, si los costes en materias primas del conjunto son iguales a $2 \times 10 + 15 = 35$ rublos, su fabricación debe evaluarse en $65 - 35 = 30$ rublos y, como la relación de las evaluaciones o. d. de fabricación de los artículos n.º 1 y n.º 2 era 1 : 4

20. Estas conclusiones no tienen un alcance general. En realidad puede ocurrir que una empresa más moderna sea capaz de producir una máquina dada pero que, en el período considerado, no pueda utilizarse para esta finalidad y que la producción, con pérdidas, de esta máquina, satisfaga las necesidades. Entonces los precios de coste indicados corresponderán aproximadamente a los gastos reales socialmente necesarios y serán aceptables.

(Cf. págs. 17-18), estas evaluaciones debían ser respectivamente 5 y 20 rublos ($2 \times 5 + 20 = 30$ rublos); es decir, que las evaluaciones totales son para los artículos n.° 1: $10 + 5 = 15$ rublos; para los artículos n.° 2: $15 + 20 = 35$ rublos. Si además conocemos los gastos de cada una de las empresas aparte de los de materias, podemos calcular la rentabilidad de la producción para el plan racional del que se podrá deducir la evaluación locativa del equipo de las empresas, ya que es la única clase de gastos que no se ha tenido en cuenta. Para las empresas de tipo A los gastos mensuales se elevan a 300.000 rublos y la evaluación de su producción neta (fabricación de 100.000 artículos n.° 1) a $5 \times 100.000 = 500.000$ rublos. La evaluación locativa de estas empresas será pues igual a $500.000 - 300.000 = 200.000$ rublos por mes. De la misma manera se puede obtener la evaluación locativa de los otros tipos de empresas.

La práctica consistente en incluir la renta del equipo (evaluación locativa) de las empresas en los gastos de producción, igualando las condiciones de una misma producción en las diversas empresas, eliminará los casos de no rentabilidad en la realización del plan e impulsará a las empresas a aumentar el volumen de su producción mediante obtención de mayor número de pedidos.

En lo sucesivo emplearemos las expresiones: evaluación locativa, evaluación de la renta y renta del equipo como equivalentes sin especificar sus campos de aplicación. Utilizaremos la expresión "renta" para designar tanto la evaluación locativa, expresión que se aplica sobre todo al equipo móvil (equipo motorizado, grúas, etc.) como la evaluación de la renta, expresión que se aplica al equipo fijo. Estos términos corresponden también a las tres posibles formas de utilización de la renta del equipo en economía: alquiler, renta y objetivo de rentabilidad, que ha sido tema de nuestra reciente discusión.

Por otra parte conviene notar que, según ya hemos indicado, la evaluación locativa a utilizar está determinada por todas las circunstancias concretas. Por ejemplo, durante la segunda guerra mundial la situación cambió radicalmente para muchas clases de equipo. La escasez de metales debe haber redundado en elevadas evaluaciones locativas del equipo en las industrias metalúrgicas o que trabajen con metal. Recíprocamente, el equipo de la industria textil, que no se utilizaba a plena capacidad, debe haber tenido una evaluación comparativamente baja.

La evaluación locativa del equipo debería reflejarse en la evaluación de la producción. Los costes de las materias producidas por un equipo complejo (metales, carbón, petróleo) y sobrecargado, deberían establecerse sobre la base de una evaluación locativa mucho más importante que la que se utiliza actualmente.

Existe una opinión según la cual en la evaluación de la producción la parte del equipo estaría plenamente representada mediante la inclusión de la amortización en el precio de coste. Esta opinión no es fundada. La

parte de amortización en los precios de coste es muy pequeña (del orden del 3 al 7 %) y en la mayor parte de las industrias las diferencias entre los precios de coste alcanzan un 50-100 % e incluso más según que la producción se realice por el equipo más perfeccionado o por el más simple cuando los dos tipos de equipo aseguran conjuntamente la misma producción, lo que ocurre a menudo. Limitarse a la parte de amortización y no tener en cuenta el papel primordial del equipo como factor de producción que define la productividad del trabajo tendría como consecuencia no sólo una mala utilización del equipo, sino que además falsearía todo el sistema de precios y los precios de coste: éstos no reflejarían la relación real de los gastos totales.

A este respecto la situación del empleo del equipo es menos satisfactoria que la del trabajo. La diferencia en la intensidad y en la cualificación del trabajo se tiene en cuenta de una manera o de otra a través de los salarios. En cambio, no siempre se tienen en cuenta las diferencias en las condiciones de trabajo debidas a la naturaleza del equipo.

Hay que decir también que, como se verá en el capítulo III, el cálculo de la evaluación locativa del equipo, cuya necesidad acabamos de demostrar, no es consecuencia de su temporal escasez, sino que debe figurar siempre como un elemento más del cálculo económico. La escasez temporal de cierta clase de equipo sólo hace que aumente el valor de la evaluación locativa.

6. *Utilización racional de los recursos naturales Cálculo de la renta*

Plan de siembra racional

En el apartado anterior hemos examinado el problema de la utilización del equipo y hemos subrayado la importancia de una solución correcta del mismo para el establecimiento del plan óptimo. En la elaboración de un plan de producción aparecen también los problemas relativos a la utilización racional de los recursos naturales cuando éstos están disponibles en cantidades limitadas.

Ilustremos esta situación mediante el ejemplo siguiente:

Ejemplo. — Se dispone de tres lotes de tierra constituidos: el primero por tierras ricas, el segundo por tierras de fertilidad media y el último por tierras pobres (la disponibilidad de estas últimas es ilimitada). Se conocen las cosechas de trigo, centeno y avena para cada uno de los lotes, lo mismo que los gastos de trabajo, en días por hectárea, necesarios en cada uno de los cultivos.[21] Todos los datos figuran en el cuadro 31. Según

21. En vez de los gastos de trabajo se pueden considerar los precios de coste. En el ejemplo dado todos los gastos se expresan en hombres-día a fin de destacar con mayor claridad la significación de las evaluaciones o. d. y de los gastos correspondien-

los datos del plan (o según un plan anterior que se trata de mejorar), hay que producir 5.000 quintales de trigo, 3.500 de centeno y 5.000 de avena. Conviene establecer un plan de siembra que responda a estos objetivos con el mínimo de gastos de trabajo.

Para la asignación de la superficie de siembra nuestro criterio de base será la economía de trabajo procurada por un cultivo en relación a otro efectuado sobre el mismo lote (Cf. conclusión 19). Para buscar el plan óptimo procedamos de la manera siguiente (observemos que es ventajoso para cada uno de los cultivos utilizar la tierra rica):

Una hectárea de tierra rica permite obtener la misma cantidad de trigo que $30 : 20 = 1{,}5$ hectáreas de tierra de fertilidad media. El cultivo de 1 ha de trigo en la tierra rica permite, pues, una economía de $0{,}5 \times \times 10 = 5$ días de trabajo en relación a la tierra media. Para la avena, en vez de 1 ha de tierra rica, se necesitan 5/4 ha de tierra media y la economía de trabajo es de $1/4 \times 8 = 2$ días. Para la avena en vez de 1 ha de tierra rica, se necesitan 14/13 ha de tierra media y la economía de trabajo es de $1/13 \times 7 = 0{,}54$ días. De modo que el mayor efecto en lo que se refiere a economía de trabajo se obtiene mediante la utilización de la tierra rica para el trigo.

Hay que tener en cuenta además, el hecho de que el cultivo de la tierra rica libera la tierra de fertilidad media. A este respecto la utilización de la tierra rica para el cultivo de trigo produce un efecto superior en relación a las otras variantes.

Con 100 ha de tierra rica se producirán 3.000 qm de trigo. Para obtener los 2.000 qm restantes habrá que sembrar otro lote. ¿De qué clase de tierra? Un cálculo parecido muestra que hay que sembrar 100 ha de tierra media (en relación a la tierra pobre, la tierra media supone una economía de trabajo de 3,3 días/ha para el trigo contra 2,67 días/ha para el centeno y 0,28 días/ha para la avena).

El problema de la elección de la tierra para la siembra de centeno queda resuelto al mismo tiempo. En efecto, el centeno da, en la tierra media, una economía de trabajo importante en relación a la avena. Las 100 ha restantes de la tierra media deben destinarse al centeno, lo que supondrá una cosecha de 2.000 qm. Para obtener la cantidad de centeno necesario habrá que asignar 100 ha de tierra pobre ($2.000 + 15 \times 100 = 3.500$ qm).

Para obtener 5.000 qm de centeno destinemos a su cultivo 200 ha de tierra pobre: $25 \times 200 = 5.000$ qm.

---

tes. Si el cultivo del suelo exige otros gastos además del trabajo (por ejemplo, abonos), se supone que están contados en los gastos de trabajo.

Todas las cifras dadas (cosechas, gastos de trabajo, etc.) son arbitrarias, como en los ejemplos anteriores.

Por supuesto cálculos parecidos son aplicables a otros cultivos alimenticios, forrajeros, técnicos (maíz, remolacha azucarera, algodón, etc.) y también a los problemas de la explotación racional de extensiones de tierra más importantes (sectores, regiones, etc.).

CUADRO 31. — *Cosechas y gastos de trabajo por lote y para diversos cultivos*

Tierra	Superficie (ha)	Cultivo	Cosecha q/ha	Gastos de trabajo días/ha
Rica	100	trigo	30	10
		centeno	25	8
		avena	28	7
De fertilidad media	200	trigo	20	10
		centeno	20	8
		avena	26	7
Pobre	300 ó más	trigo	15	10
		centeno	15	8
		avena	25	7

De esa forma hemos definido, para todos los cultivos, el plan que responde a los objetivos deseados.

Renta diferencial

Calculemos los gastos medios de trabajo para la producción de un quintal de cada uno de los cereales. Obtendremos: para el trigo, 2.000/5.000 = 0,4 días; para el centeno, 1.600/3.500 = 0,46 y para la avena, 1.400/5.000 = 0,28 días.

Los organismos económicos calculan corrientemente los gastos de trabajo tal como acabamos de hacerlo nosotros. Sin embargo, los gastos medios no reflejan de manera correcta la relación de gastos realmente implicados en la producción. El cultivo del trigo requiere, en efecto, más trabajo que el del centeno, sea cual sea la calidad del terreno de cultivo, pero los gastos medios son iguales a 0,4 días/quintal para el trigo y a 0,46 días/quintal para el centeno, lo cual es contradictorio.

Este resultado proviene del hecho de que este cálculo sólo tiene en cuenta los gastos de trabajo inmediatos y no, en cambio, la influencia que pueda tener la elección de un procedimiento productivo relativo a uno de los cultivos sobre los gastos de los otros. Esta influencia se deriva del carácter limitado de los factores de producción, de la limitación de los recursos naturales y de la necesidad de cultivar las tierras más pobres cuando no se dispone de suficiente superficie de tierras ricas. Estos gastos no se toman en consideración. No obstante, es necesario evaluar estos factores y su utilización debe repercutirse sobre los gastos de producción.

Contabilizados (que en esencia consiste en el cálculo de la renta diferencial y su inclusión en los gastos), permitirá obtener las evaluaciones o. d. en los diferentes cultivos.

Después de lo que precede, está claro que basta definir las evaluaciones o. d. de los recursos naturales que proporcionan el mejor rendimiento, es decir, de las tierras ricas y medias, ya que a las pobres por ser un factor superabundante les corresponde una evaluación nula (cf. anexo I, teorema 3).

Las evaluaciones o. d. (expresadas en días de trabajo) para un quintal de cada cereal y para una hectárea de tierra rica y de tierra media se obtienen a partir de los datos del cuadro 32.

La producción de 25 qm de avena requiere 7 días de trabajo; los gastos relativos al cultivo de la tierra rica no intervienen en la evaluación de la avena, ya que ésta no se cultiva más que en tierra pobre; la evaluación de 1 qm de avena será igual a $7 : 25 = 0{,}28$ d/qm. La evaluación, sobre la tierra pobre, de 1 qm de centeno será $8 : 15 = 0{,}533$ días/qm.

Una hectárea de tierra media produce 20 qm de centeno, cuya evaluación es, según lo que antecede, de $20 \times 0{,}533 = 10{,}67$ días para un gasto directo de trabajo de 8 días. Así, el cultivo de la tierra media proporciona una economía de trabajo de $10{,}67 - 8 = 2{,}67$ días. Esta cifra debe tomarse como la evaluación del empleo de 1 ha de fertilidad media.

En 1 ha de tierra media se obtienen 20 qm de trigo. A los gastos directos de 10 días, conviene añadir la evaluación del empleo de una hectárea de tierra media (2,67 días). El valor obtenido, 12,67 d/ha, representa los gastos totales para la producción de 20 qm de trigo en la tierra media. De donde la evaluación o. d. de 1 qm de trigo: $12{,}67 : 20 = 0{,}633$ días.

Los 30 qm de trigo obtenidos por ha de tierra rica se evalúan en

CUADRO 32. — *Plan óptimo de cultivo para los diversos lotes de tierra*

Tierra	Cultivo	Cosecha (qm/ha)	Gastos (d/ha)	Superficie según el plan (ha)	Cosecha por lote (qm)			Gastos de trabajo por lote (en días)
					trigo	centeno	avena	
Rica	trigo	30	10	100	3.000			1.000
	centeno	25	8	—				
	avena	28	7	—				
Fertilidad media	trigo	20	10	100	2.000			1.000
	centeno	20	8	100		2.000		
	avena	26	7	—				800
Pobre	trigo	15	10	—				800
	centeno	15	8	100		1.500		
	avena	25	7	200			5.000	1.400
Total					5.000	3.500	5.000	5.000

$30 \times 0{,}633 = 19$ días. Los gastos directos son 10 días y por consiguiente, la evaluación de la utilización de 1 ha de tierra rica es igual a $19 - 10 = 9$ días.[22]

Ahora vamos a verificar que el plan obtenido es óptimo. Para esto comparemos los gastos totales (comprendida la renta) de producción para cada cultivo. Para los recursos utilizados por el plan, los gastos son iguales a las evaluaciones de la producción. Para los recursos no utilizados, los gastos serían superiores a estas evaluaciones.

Esto permite afirmar que el plan establecido más arriba es óptimo y que las evaluaciones calculadas son evaluaciones o. d. (Cf. conclusiones 11-12-14).

Está claro que el solo examen de los gastos directos (cf. columna 5 del cuadro 33) habría orientado equivocadamente el cálculo económico. Así, en ciertos casos, la evaluación del trigo según los gastos directos habría sido inferior a la del centeno (si la producción se hubiera evaluado según los gastos medios se llegaría a la conclusión de que el cultivo de la tierra pobre jamás es rentable). Vamos a ilustrar con algunos ejemplos toda la importancia de la evaluación de la tierra rica y, de manera general, de los recursos naturales limitados, es decir, la renta diferencial.

CUADRO 33. — *Estructura de los gastos*

Cultivo-Tierra		Cosecha (qm/ha)	Gastos de trabajo, en días por 1 ha			Gastos de trabajo, en días por 1 qm		
			directos	indirectos (renta)	totales	directos	indirectos (renta)	totales
Trigo	rica	30	10	9	19	0,333	0,3	0,633
	media	20	10	2,67	12,67	0,5	0,133	0,633
	pobre	15	10	—	10	0,667	—	0,667
Centeno	rica	25	8	9	17	0,32	0,36	0,680
	media	20	8	2,67	10,67	0,4	0,133	0,533
	pobre	15	8	—	8	0,533	—	0,533
Avena	rica	28	7	9	16	0,25	0,321	0,571
	media	26	7	2,67	9,67	0,269	0,103	0,372
	pobre	25	7	—	7	0,280	—	0,280

22. En este caso simplificado la renta se calcula a base de los datos correspondientes a algunos cultivos particulares. En realidad, la utilización eficiente de una tierra nunca debe definirse a partir de algunos productos, sino a partir de la totalidad de productos requeridos dentro del sistema económico. Señalemos que el método de cálculo que exponemos puede aplicarse también al cálculo de la renta en condiciones más complejas (Cf. apéndice I).

Examinemos la siguiente cuestión. Supongamos que, en el caso de nuestro ejemplo, sea posible incrementar en 2 qm/ha la cosecha de trigo en la tierra rica gracias a un trabajo más intenso que exige un aumento de los gastos de trabajo en un 10 %. ¿Es recomendable este procedimiento?

El cálculo según los gastos directos da una respuesta negativa. En efecto, el incremento del trabajo en un 10 % no aumenta la cosecha más que en $2/30 = 6{,}7$ %; la productividad del trabajo disminuye.

El cálculo debe realizarse teniendo en cuenta la renta (Cf. conclusión 15). La producción suplementaria de 2 qm se evalúa (en trabajo) en $2 \times 0{,}633 = 1{,}267$ días. La comparación con el aumento del gasto de trabajo (1 día) muestra que la adopción del nuevo procedimiento se justifica económicamente. Subrayemos una vez más que el cálculo económico efectuado ignorando la renta se opone a que se lleve a la práctica una explotación más intensiva de la tierra.

Examinemos otro problema. En las condiciones de nuestro ejemplo se ha de entregar para el consumo interno de las explotaciones agrícolas (engorde de animales, etc.), cierta cantidad de grano (trigo o centeno). ¿Qué es preferible producir para tal finalidad, en la hipótesis de que el trigo sea un 10 % más eficaz que el centeno? (10 qm de trigo equivalen a 11 qm de centeno).

La evaluación de 10 qm de trigo es $0{,}633 \times 10 = 6{,}33$ días; la evaluación de 11 qm de centeno es $0{,}533 \times 11 = 5{,}87$ días. Es pues preferible entregar centeno, puesto que se economiza trabajo.

Si la comparación se hubiera efectuado sobre la sola base de los gastos directos inmediatos, se obtendría también un resultado erróneo. 10 qm de trigo serían evaluados $0{,}4 \times 10 = 4$ días; 11 qm de centeno, $0{,}46 \times 11 = 5{,}06$ días. Los costes para el trigo parecerían inferiores a los implicados en producir una cantidad equivalente de centeno.

Se deduce de manera clara que la renta juega un papel esencial en el análisis económico. Su introducción en los cálculos permite resolver de manera correcta las cuestiones relativas al reparto de los recursos naturales más productivos. Es totalmente necesario que la renta se tenga en cuenta en el cálculo de los precios de coste de la producción.

Lo que precede nos lleva a la siguiente conclusión:

Conclusión 20. — *Para la resolución de los problemas relacionados con la utilización de los recursos naturales más ricos y limitados, es necesario tener en cuenta en los cálculos la renta diferencial. Ésta se define por la economía de trabajo proporcionada por el empleo de estos recursos en el plan óptimo. Si la renta figura en el conjunto de gastos, el principio del coste mínimo se observa para el plan óptimo. La renta debe intervenir en el cálculo de las evaluaciones o. d. de la producción.*

Vemos que la renta posee las mismas propiedades y tiene las mismas aplicaciones que las otras clases de evaluaciones o. d. Los recursos natu-

rales no están constituidos únicamente por la tierra, sino también por los bosques, las reservas de agua para regadío y la pesca, los yacimientos de minerales útiles, etc.

El cálculo correcto y la consideración sistemática de la renta ofrecen la posibilidad de emplear de la manera más eficaz los recursos naturales, evitando una utilización impropia, parcial e irracional. Además, la introducción de la renta en la evaluación de la producción permite comparar las condiciones de la producción a partir de recursos diferentes asegurando la rentabilidad donde la producción es racional. Por otra parte implica una evaluación relativamente más elevada para las producciones que utilizan los recursos naturales más ventajosos y más limitados, estimulando de esta manera el empleo más eficaz de estas producciones.

La renta debe, por tanto, jugar un papel importante en la formación de los precios.

El aumento de los precios para algunos productos se compensaría totalmente por los ingresos de la sociedad bajo la forma de renta. Así, la renta influiría únicamente en el reparto de los recursos entre los diferentes sectores de la renta nacional. Al mismo tiempo, su utilización en la contabilidad y en los índices económicos orientaría, de la manera más ventajosa para la sociedad en su conjunto, la resolución de los problemas económicos relativos a la utilización de los recursos naturales.

Por ejemplo, para las tierras y el agua para riegos de las regiones del sur, la percepción de renta en una forma u otra, representaría un aumento de los precios fijados para el algodón y otros cultivos industriales y el de las frutas (sin modificación de los precios al detall) y, sin reducir el presupuesto de las empresas, crearía condiciones favorables para la explotación intensiva y racional de estas tierras, estimularía la producción y la utilización racional de estos productos y supondría un aumento en los ingresos de los koljoses y, a la larga, crearía las condiciones necesarias para la baja de precios de estos productos.

La toma en consideración de la renta pondría en evidencia las ventajas económicas de los cultivos que permiten una explotación más intensiva de la tierra: algodón, arroz, maíz. Demostraría también, más que los cálculos económicos habituales, los efectos beneficiosos sobre los precios de coste del cultivo de cereales en tierras vírgenes y las ventajas económicas deducidas de su puesta en valor. Esto justifica la oportunidad y fundamento de las medidas históricas tomadas por el partido en 1953-1955 para la puesta en valor de estas tierras. Las formas de rentas percibidas hoy día, después de su puesta en valor, representan una parte sustancial de la acumulación estatal.

Asimismo la renta sobre los bosques, reservas de agua locales, y también sobre las reservas de pesca evitaría su mala utilización. La renta tiene también un gran significado en el campo de la industria minera y extractiva.

Es necesario destacar que la renta diferencial socialista es de una naturaleza totalmente diferente de la renta capitalista.

La renta capitalista es una forma de renta de explotación, una parte de la plusvalía que se apropia cierta clase y que entra en conflicto con los otros componentes del valor. En la sociedad socialista la renta representa una parte de los costes sociales de trabajo y una parte del producto social perteneciente a la sociedad. No se opone a los otros componentes del valor y destaca del total como una forma particular, la cual, por las razones dadas más arriba, debe contarse separadamente para asegurar la utilización más eficaz de los recursos naturales. Este último problema es, en nuestros días, particularmente importante en el plan septenal en curso. La explotación de la tierra, en tanto que principal medio de producción en la economía agrícola, debe ser mejorada considerablemente.

En la sociedad capitalista la propiedad privada de los recursos naturales constituye un obstáculo a su empleo eficaz. En la sociedad socialista, donde son propiedad del pueblo, la mejor utilización de los recursos naturales puede asegurarse mediante la inclusión de la renta en el cálculo económico. Al contrario, la no consideración de la renta puede ser la causa del despilfarro de riquezas naturales.

El valor de la renta capitalista se determina espontáneamente en el mercado. La renta socialista debe introducirse a sabiendas en el proceso de planificación económica a fin de asegurar la mejor utilización de los recursos naturales.

Señalemos que la evaluación locativa de la sección precedente representa en el fondo una forma de renta diferencial, "la renta del equipo". La diferencia está en que, contrariamente a los recursos naturales, el equipo puede ser reproducido. De todas maneras esta diferencia no se manifiesta plenamente más que en la planificación respectiva; en la planificación corriente la reproducción del equipo a corto plazo no es posible, y esta diferencia en cierta manera desaparece.

Análisis de los gastos de trabajo

En el ejemplo examinado hemos calculado los gastos de trabajo para diferentes producciones agrícolas. En el curso del análisis ha aparecido que estos gastos dependían de las condiciones de utilización del trabajo; por ejemplo, los gastos en el cultivo de 1 qm de centeno en tierras medias y pobres estaban en la relación $15 : 20 = 3 : 4$ (cuadro 32), es decir, que un día de trabajo para el cultivo de centeno en tierra pobre tenía una eficacia igual al de 3/4 de día en tierra de fertilidad media.

Los gastos de trabajo se han calculado a partir de la producción de una unidad de trabajo aplicada a la tierra pobre. En general, los cálculos se efectúan según el trabajo realizado en las condiciones medias. Careciendo de datos suficientes, tomaremos por unidad el día de trabajo medio

en las condiciones de nuestro ejemplo. Vamos a exponer el método general para reducir el trabajo a su valor medio.

La evaluación total de la producción, en la unidad convencional mantenida (día de trabajo en la tierra pobre), se establece en $5.000 \times 0{,}633 + + 3.500 \times 0{,}533 \times 5.000 \times 0{,}280 = 6.430$, siendo el gasto total del trabajo 5.000 días.

Así el gasto de trabajo medio por unidad convencional es de $5.000 : 6.430 = 0{,}778$ días.

Y los gastos de trabajo medio por unidad de producción son:

para 1 qm de trigo: $0{,}633 \times 0{,}778 = 0{,}492$ días de trabajo medio
para 1 qm de centeno: $0{,}533 \times 0{,}778 = 0{,}415$ días de trabajo medio
para 1 qm de avena: $0{,}280 \times 0{,}778 = 0{,}218$ días de trabajo medio.

Las evaluaciones de la producción se expresan ahora en trabajo medio, pero las primitivas relaciones quedan inalteradas. Estas evaluaciones no solamente están expresadas en trabajo, sino que corresponden a los gastos de trabajo medio necesarios para asegurar la producción en las condiciones dadas. De otra manera, estas evaluaciones se establecen en perfecto acuerdo con la teoría del valor trabajo. Evidentemente, los gastos de trabajo constituyen aquí una noción compleja que tiene en cuenta las interacciones entre diferentes clases de producción y sus repercusiones sobre los gastos necesarios de trabajo, los cuales también son interdependientes.

Nuestro método de cálculo de los gastos de producción y de las evaluaciones resultantes se justifica por el hecho de que estas evaluaciones corresponden a un plan racional de producción y conducen a la solución correcta de los distintos problemas de la economía del trabajo. A fin de exponer y justificar los fundamentos de este método, analizaremos las particularidades del cálculo utilizado de los gastos de trabajo.

1. Los gastos de trabajo (y las evaluaciones de la producción) se calculan según el reparto de los medios de producción en el plan óptimo, es decir, que éstos son *los gastos de trabajo socialmente necesarios* (gastos mínimos racionales, socialmente necesarios en el presente estado de la economía nacional).

2. Teniendo en cuenta que la productividad de la mano de obra depende de las condiciones de su empleo, en los casos en que los gastos de trabajo se separan de las condiciones favorables medias, socialmente hay que tener en cuenta este hecho *y reducir los gastos a las condiciones favorables medias.*

Una vez calculados los gastos de producción, obtendremos fácilmente los *coeficientes de reducción,*[23] de los gastos reales de trabajo o los gastos medios:

23. Definimos el coeficiente de reducción de los gastos individuales de trabajo al coste medio de éste como la relación entre los gastos medios y los gastos directos de

para el cultivo de trigo en la tierra rica,

$$k_1 = 0{,}492 : \frac{10}{30} = 1{,}476;$$

para el cultivo de trigo en la tierra media,

$$k_2 = 0{,}492 : \frac{10}{20} = 0{,}984;$$

para el cultivo del centeno en la tierra media,

$$k_3 = 0{,}415 : \frac{8}{20} = 1{,}038;^{24}$$

para el cultivo del centeno (y de la avena) en la tierra pobre,

$$k_4 = 0{,}778.$$

Aparece así que el valor producido en una unidad de producción determinada no está definido por los gastos directos de trabajo, sino que puede ser más o menos elevado en la medida en que las condiciones de trabajo se separen de las condiciones medias y los factores de producción sean favorables al trabajo. En el caso considerado, es la calidad de los recursos naturales, es decir, de los predios, la que crea estas condiciones.

Se produce, por consiguiente, una verdadera redistribución de los valores producidos. Se puede decir que en las unidades de producción de condiciones menos favorables, solamente una parte de los gastos se incorpora en el valor de la producción de los mismos, apareciendo la otra en el valor creado en las otras unidades en condiciones particularmente favorables, como si se les hubiera asignado en estas condiciones.[25] Como regla general, esta redistribución se produce en la parte del producto suplementario que va al consumo social y a la acumulación. Por ejemplo, si esta parte es del 50 %, el salario obrero será equivalente a la produc-

---

trabajo en las condiciones concretas dadas. Es evidente que este coeficiente es superior a la unidad si el trabajo se ejecuta en condiciones más favorables que la media, e inferior en caso de condiciones menos favorables.

En el cálculo que sigue los gastos reales de trabajo proceden del cuadro 32 (primera y segunda columna).

24. Las condiciones de producción del trigo y del centeno no son igualmente favorables en la tierra de fertilidad media: en el primer caso es necesario un día de trabajo para 1/10 de ha, en el segundo un día de trabajo para 1/8 de ha.

25. Esta redistribución es bastante corriente en las condiciones reales de la producción. Si, por ejemplo, un minero experimentado colocado en un sector difícil obtiene menos carbón que su ayudante en uno más fácil, la producción total (y los salarios) se repartirían entre ellos según la dificultad del trabajo. La situación es idéntica a la de un equipo de leñadores trabajando en árboles con grandes troncos y otro con troncos pequeños.

ción de 0,5 días de trabajo medio. Así, en el lote de tierra pobre, para un valor producido de 0,778, 0,5 de los 0,778 va al salario del trabajo (necesidades personales) y 0,278 a las necesidades sociales. Cuando el trigo se produce en la tierra rica, en donde el trabajo de la misma calidad tiene que recibir naturalmente el mismo salario, sobre el valor creado de 1,476 unidades (de trabajo medio) 0,5 van a la satisfación de las necesidades individuales y 0,976, a las sociales. En estas condiciones, el cultivo se justifica, pues, incluso en la tierra pobre.

Hay que notar que efectuamos sistemáticamente esta redistribución del valor producido incluso con nuestro sistema usual de determinación de precios, basada en el coste medio. En este caso, el valor creado es superior a los gastos de trabajo (individuales) en las empresas más modernas e inferior en las empresas más viejas, incluso si en ambos casos los procesos de producción se aplican de manera racional y los gastos de trabajo son los socialmente necesarios.[26]

Sin embargo, esta redistribución habitualmente no se efectúa más que en relación a un producto. En el marco unificado de la producción socialista aparece correcto y acorde con el esquema descrito contabilizar las diferencias de las condiciones de utilización del trabajo y redistribuir el valor de varios productos independientes, tal como lo son en las características actuales de nuestra industria.

3. Dado que la producción socialista es un todo unificado, se puede intentar definir directamente *los gastos sociales para un producto dado como los gastos de trabajo* (empleado racionalmente) *necesarios, en las condiciones dadas, para obtener una unidad de este producto.* Tal aproximación conduciría, como se puede demostrar, a las mismas evaluaciones que las obtenidas con los métodos desarrollados antes.

Veámoslo en el ejemplo anterior. Calculemos, por ejemplo, los gastos medios de trabajo necesarios para la producción de 1 qm de centeno. Supongamos un incremento de los recursos de trabajo del 1 %, o sea, 50 días. Para mantener las mismas condiciones de trabajo hay que suponer un aumento equivalente de los factores correspondientes, es decir, un aumento de 1 ha de superficie de tierra rica y 2 ha de tierra media ¿Cuál puede ser el aumento correspondiente en la cantidad de centeno? En 2 ha de tierra media obtendremos $2 \times 20 = 40$ qm de centeno con 16 días de trabajo. En 1 ha de tierra rica, podemos obtener 25 qm de centeno, pero su utilización para el cultivo de centeno no es racional, como ya hemos visto. Lo es más emplear 10 días de trabajo para obtener 30 qm de trigo. Esto permite liberar 1,5 ha de tierra media y 15 días de trabajo. Ocupando

26. En la sociedad capitalista se da también una redistribución de los valores creados, pero es de otra naturaleza. La teoría marxista del valor descubre, por el análisis de los precios de producción, que la plusvalía obtenida en ciertos sectores (de composición orgánica de capital más pequeña) proviene en parte de otros y entra en los precios de sus productos.

12 días para la producción de centeno en esta tierra, obtenemos como suplemento $1{,}5 \times 20 = 30$ qm de centeno. En fin, si los restantes recursos de trabajo ($50 - 16 - 10 + 15 - 12 = 27$ días) se emplean en tierra pobre, el cultivo de $27 : 8 = 3{,}37$ ha de esta tierra todavía da $15 \times 3{,}37 = 51$ qm de centeno, o sea, en total: $40 + 30 + 51 = 121$ qm. En consecuencia, los gastos para 1 qm se elevan a $50 : 121 = 0{,}415$ días de trabajo medio. En otras palabras, obtenemos la misma cifra que antes.

Vemos así que *la cantidad de trabajo necesaria que conduce el cálculo de las evaluaciones o.d. no es sino los gastos de la unidad de producción en conjunto, y no los gastos individuales en los predios particulares.* Pero, este tipo de gastos juega un papel decisivo en el análisis de los problemas relacionados con el reparto del trabajo en el marco de la producción socialista unificada. Para un koljose lo importante es el resultado global y no los resultados de un equipo obtenidos en detrimento de otro. Sólo cuentan los progresos conseguidos por una región en conjunto y no los índices elevados obtenidos por empresas aisladas, si estos resultados se han logrado a expensas de otras.

4. Finalmente, sin detenernos demasiado en esta cuestión, ya analizada anteriormente, señalemos que *los gastos necesarios de trabajo pueden deducirse del cálculo de los gastos en un sector de producción, a condición de que éste actúe racionalmente y se hayan tenido en cuenta no solamente los gastos de trabajo directos y aparentes, sino también los indirectos, que reflejan el empleo de factores que ahorran trabajo.* Este cálculo aparece en el cuadro 33 en el que figuran, con el título de gastos indirectos, las eficacias de las mejores parcelas (rentas). Los gastos de este cuadro se cuentan en días de trabajo en la tierra pobre. El cálculo se hubiera podido establecer en días de trabajo medio; para esto, bastaría evaluar el empleo de las tierras ricas y medias en días de trabajo medio. Se obtendría para la utilización (renta) de 1 ha de tierra media, $2{,}67 \times \times 0{,}778 = 2{,}077$ días de trabajo medio y para la utilización (renta) de 1 ha de tierra rica, $9 \times 0{,}778 = 7$ días de trabajo medio.

Los gastos directos de trabajo se hubieran podido calcular en días de trabajo medio aplicando el coeficiente $k_4 = 0{,}778$. Entonces, los gastos para 1 ha de centeno en la tierra media serían de $(8 \times 0{,}778 + 2{,}077) : : 20 = 0{,}415$ días de trabajo medio, valor obtenido anteriormente.

Aquí los factores que economizan trabajo son las tierras más fértiles (respecto a las tierras pobres), cuyos recursos son limitados. En otros casos, como se ha visto (sección 5), estos factores pueden estar constituidos por los recursos de equipo escaso, cuya evaluación no es otra que la locativa (renta del equipo).

El tener en cuenta estos factores es indispensable para la utilización más eficaz de los recursos, para la evaluación de los gastos totales de producción y el reparto de los recursos entre las diversas clases de producción.

Para concluir, el enfoque de la aplicación cuantitativa de la teoría del valor desarrollado aquí no es el único que puede aplicarse en una sociedad socialista. Pero nos parece indiscutible que únicamente el cálculo de los gastos totales de trabajo, tomando en consideración las condiciones de su empleo o, lo que es lo mismo, los gastos de los factores que ahorran trabajo, puede conducir a evaluaciones que permiten resolver correctamente los problemas de su distribución. Sin duda estos métodos objetivos de cálculo difícilmente pueden estar en desacuerdo con la ley del valor aplicada correctamente en el marco de la sociedad socialista.

El análisis de la utilización del equipo y recursos naturales, y su influencia sobre los costes y la evaluación de la producción, desarrollado en esta sección y en la sección 5, podría recordar, limitándonos a un conocimiento superficial de su verdadero sentido, la teoría bien conocida de la economía política capitalista de las tres fuentes del valor: el trabajo, la tierra y el capital. La diferencia esencial está en que nuestro análisis se ha llevado en completo acuerdo con la teoría del valor trabajo, que considera a éste como la fuente exclusiva del valor. Los recursos naturales y el equipo no intervienen mas que como factores que influyen sobre la productividad y economizan trabajo. Por esta razón, la consideración del gasto de estos factores debe comprenderse únicamente como un medio de reparto óptimo del trabajo que permita obtener la productividad más elevada, y también como un medio de comparación de los costes de trabajo alcanzados en condiciones diferentes. De esta manera, estos factores no pueden en ningún caso constituir fuentes autónomas de valor. Sólo tenemos en cuenta en el cálculo su acción indirecta sobre la productividad de la fuerza laboral.

7. *La planificación de los transportes y problemas de producción relacionados con los transportes. La tarifa ferroviaria racional*

Es bien conocido el importante papel económico desempeñado por el transporte de productos. Condiciones diferentes de producción en distintos puntos, derivadas del reparto y calidad de las fuentes de materias primas, el stock de equipo existente y otras circunstancias imponen el traslado de productos de un lugar a otro. Por ello la solución correcta de los problemas relativos al transporte tiene un valor considerable, particularmente en nuestro país debido, por una parte, a la diversidad de las condiciones naturales y a las grandes distancias y, por otra, a escasez de medios de transporte y a su saturación.

Si no fuera preciso tener en cuenta la limitación de la capacidad de las vías de comunicación y del material rodante, así como la capacidad de producción de las empresas, la solución de los problemas del transporte no presentaría dificultades. En efecto, sea 150 rublos por vagón el coste del transporte desde el punto *A* al *B*. Si el coste de un mismo pro-

ducto es de 500 rublos por vagón [27] en *A* y de 250 rublos en *B* y las posibilidades de producción en *B* no están totalmente utilizadas, será ventajoso transportar este producto de *B* a *A*, pues la diferencia de costes de producción (500 — 250 = 250 rublos) es superior al coste de transporte. Si el precio de coste en *B* de este producto fuera 350 rublos, el transporte no valdría la pena.

Si existe además un tercer punto *C*, en donde el precio de coste del producto es de 150 rublos y el coste de transporte hasta *A* de 200 rublos, es evidente que será preferible abastecer el punto *A* a partir del *C* y no desde *B*, puesto que el precio de coste de un vagón en *A* será 150 + + 200 = 350 rublos en el primer caso y 250 + 150 = 400 rublos en el segundo. Pero si las posibilidades de transporte son limitadas y los volúmenes de producción demandados no son realizables, esta solución es impracticable y carece de valor. El número de vagones necesarios de acuerdo con este cálculo puede sobrepasar la capacidad de las vías. Las necesidades que deberían satisfacerse a partir de un punto dado de producción pueden ser superiores a las posibilidades de producción en este punto.

Así, el método simple que hemos descrito no es aplicable en la realidad, y toda tentativa en este sentido correría el riesgo de desorientar la búsqueda de la solución. Dos ejemplos simples mostrarán el principio del método a aplicar para resolver estos problemas.

Las cuestiones relacionadas con la utilización de un transporte ferroviario muy cargado no pueden resolverse a partir de los precios de coste y de la rentabilidad calculados según los métodos habituales. No obstante, esto no debe llevarnos a rechazar los cálculos económicos; simplemente conviene efectuarlos de otra manera. La finalidad perseguida debe ser la elección de una solución que asegure el mínimo de pérdidas debidas al transporte sobrecargado para el conjunto de la economía. Las líneas generales de este método se expondrán en el ejemplo siguiente:

Ejemplo 1. — Consideremos una vía férrea única que enlaza los puntos *A* y *B*. Su capacidad es de 1.200 vagones por día. El precio de coste (y la tarifa que, para mayor simplicidad, se supone igual al precio de coste) es de 200 rublos/vagón.

El volumen a transportar —2.000 vagones por día (cf. cuadro 34)— sobrepasa en mucho la capacidad de transporte. Dividimos las cargas en tres clases: 1) *cargas incondicionales*, para las cuales el número de vagones demandado debe atenderse en su totalidad; 2) *cargas con variantes*, cuyo transporte debe igualmente asegurarse, pero que admiten (mediante ciertos gastos suplementarios) una disminución en el número de

27. Se trata tanto aquí, como en lo que sigue, de vagones de 16,5 t.

vagones necesarios. Como ejemplo de tales cargas se puede citar la madera: si puede transportarse de *A* a *B* cortada en tablas, el número de vagones necesario puede reducirse en un 40 %, pero esto puede ir acompañado de un incremento importante en los gastos si, por ejemplo, en *A* hay una serrería sobrecargada y mal equipada y en *B* al contrario una totalmente mecanizada, parcialmente libre, siendo los gastos suplementarios de cortar la madera de 400 rublos por vagón economizado; 3) finalmente las *cargas condicionales* para las que el transporte no es imprescindible, traduciéndose su falta simplemente en su coste suplementario. (Por ejemplo, por el transporte en camiones, la sustitución de materias primas por otras más caras, etc.) Todos los datos relativos a las cargas figuran en el cuadro 34.

Como se ve en este cuadro, las pérdidas por vagón son netamente superiores al precio de coste del transporte (200 rublos). La falta de vagones para las cargas condicionales se traduce en pérdidas sensibles y, para las cargas con variantes, el ahorro de vagones no es ventajoso. Aunque los transportes por ferrocarril sean rentables en todos los casos y la demanda de vagones plenamente justificada, no puede satisfacerse toda. El reparto de los medios de transporte disponibles depende de las pérdidas soportadas por la economía nacional (inevitables en la situación descrita) a consecuencia de la insuficiencia de medios de transporte.

CUADRO 34. — *Cargas a transportar*

Cargas	Necesidades diarias (en vagones)	Economías posibles (en vagones)	Pérdidas por vagón no transportado (en rublos)
Incondicionales			
1.ª clase	500	—	—
Con variantes			
2.ª clase	200	80	300
3.ª clase	300	150	250
Condicionales			
4.ª clase	100	100	1.500
5.ª clase	500	500	500
6.ª clase	400	400	250
Total	2.000		

En el plan representado en el cuadro 35, la demanda de transporte para las cargas que tienen que ser transportadas obligatoriamente por vía férrea (cargas incondicionales y con variantes) se satisface plenamente. También se satisface un 20 % de la demanda de las otras cargas. En conjunto, las pérdidas de las empresas provocadas por la falta de vagones es igual a 400.000 rublos diarios. El cuadro 36 indica el plan de reparto óptimo. Como se ve, aquí las pérdidas no son más que de 246.500 rublos; se han reducido, pues, en un 38 %.

CUADRO 35. — *Plan arbitrario*

Cargas	Vagones asignados	Pérdidas por falta de vagones (rublos)
1	500	—
2	200	—
3	300	—
4	20	120.000
5	100	200.000
6	80	80.000
Total . . .	1.200	400.000

CUADRO 36. — *Plan óptimo*

Cargas	Vagones asignados	Pérdidas por falta de vagones (rublos)
1	500	—
2	120	24.000
3	150	37.500
4	100	—
5	330	85.000
6	—	100.000
Total . . .	1.200	246.500

Este último plan se ha obtenido a partir de la evaluación o.d. (en las condiciones dadas) del transporte de un vagón desde el punto *A* al punto *B*. Esta evaluación, obtenida siguiendo el mismo procedimiento que en la sección precedente, es igual a 500 rublos. Cuando la economía de un vagón cuesta más de 500 rublos (4.ª carga, cf. cuadro 34), deben concederse todos los vagones. Por otra parte, cuando la economía de un vagón cuesta menos de 500 rublos, utilizamos plenamente la facultad de economizar vagones (2.ª, 3.ª, 4.ª carga, cuadro 34). Finalmente, cuando las pérdidas ocasionadas por la economía de un vagón son iguales a la evaluación (500 rublos, 5.ª carga), reservamos a esta carga todos los vagones todavía no utilizados. Es necesario señalar que, en las condiciones dadas, no podíamos tomar una evaluación diferente de 500 rublos. Si fuera superior, al proceder como acabamos de indicar, no utilizaríamos todos los vagones. Si fuera inferior, el número de vagones obtenido sería superior a las posibilidades reales y, de nuevo, no podríamos efectuar la mejor elección. Solamente la evaluación o.d. conduce al plan óptimo.

Esta evaluación (500 rublos) difiere del precio de coste (200 rublos) en que este último (aun suponiendo que esté correctamente definido contando las evaluaciones o.d. de los gastos en materias, combustible, etc.)

no contiene la evaluación locativa (la renta) de la vía férrea, del equipo y del material rodante, o bien la tiene en cuenta tan sólo en una medida insuficiente. En el ejemplo considerado esta renta, calculada por vagón transportado, debe ser igual a 500 — 200 = 300 rublos. Si se quisiera llevar más lejos el análisis, esta evaluación debería dividirse en varias partes correspondientes principalmente a: 1) la vía férrea y su equipo; 2) el stock de locomotoras; 3) el material rodante (vagones).

Partiendo de la evaluación o.d. del transporte fácilmente se puede evaluar el efecto sobre la economía nacional de las medidas dirigidas a lograr economías en la utilización de los medios de transporte y también de las conducentes a incrementar la capacidad de las vías. Esta evaluación permite verificar si una medida dada puede reducir las pérdidas soportadas por la economía nacional debidas a la insuficiencia de los medios de transporte. He aquí algunos ejemplos:

1. En ausencia de mecanización, pesar la mercancía antes de la operación de carga implica un consumo de trabajo. Supongamos que su coste sea 15 rublos por vagón. El pesaje disminuye en un 5 % el número de vagones utilizados al cargarse éstos de manera más completa. ¿Es racional esta medida?

Se economiza un vagón de cada 20 con un gasto de $19 \times 15 = 285$ rublos, el cual es inferior a la evaluación o.d. del transporte (500 rublos). Así, la medida es ventajosa desde el punto de vista de la economía nacional aunque no lo sea para la empresa, la cual, gastando 285 rublos, no recupera más que 200 por vagón.

Sin duda esta medida sólo es recomendable si se dispone de suficiente mano de obra con el fin de no hacer esperar a los vagones.[28]

2. La utilización de trampillas y barandas especiales permite incrementar en un 50 % la capacidad de los vagones para el transporte de una carga incondicional. El coste de este equipo, que carece de valor después de su utilización, es de 150 rublos por vagón. ¿Es racional el empleo de este equipo suplementario?

La carga primitiva de 3 vagones cabe en 2 de los especialmente equipados, con un gasto suplementario de $2 \times 150 = 300$ rublos, inferior a la evaluación o.d. del vagón ahorrado (500 rublos). Por consiguiente, esta medida es racional. El aumento de la carga útil de los vagones por reemplazamiento parcial en la construcción de los mismos, del acero y de la madera por materiales más ligeros como el duraluminio y las materias plásticas tendrá, a este respecto, un efecto aún más marcado. A pesar de que el coste de estos materiales sea actualmente elevado, su utilización resultaría económicamente justificada teniendo en cuenta las evaluaciones

28. Un ejemplo característico de esta clase ha aparecido en la prensa: solamente la carga incompleta de los vagones de granos provoca una pérdida de cerca de 130 millones de rublos (cf. *Promyshlenno-ekonomicheskaya gazeta*, 18 septiembre 1957).

o. d. de los transportes en las grandes líneas donde los vagones se utilizan de manera intensiva. Lo mismo ocurre para el empleo de vagones de gran capacidad.[29]

3. Una empresa situada en la ciudad *A* utiliza arena extraída de una cantera abierta cercana a la ciudad *B* (las necesidades son de 20 vagones por día). El precio de coste en *B* de esta arena de buena calidad es de 100 rublos por vagón. En la proximidad de *A* sólo puede obtenerse arena de mala calidad. Los tratamientos (lavado, etc.) indispensables para hacer utilizable esta arena tienen un coste de 300 rublos por vagón. Además, la inversión necesaria representa una cantidad de 800.000 rublos (construcción de una carretera secundaria, etc.). ¿Es racional explotar la cantera situada en *A*?

Los gastos necesarios para economizar 1 vagón son $300 - 100 = 200$ rublos. Si la evaluación o. d. es 500 rublos, la economía en el plan general será de $500 - 200 = 300$ rublos por vagón, o sea, para $20 \times 30 = 600$ vagones, 180.000 rublos por mes. Así la inversión se recuperaría en unos 4 meses y es racional explotar la cantera situada en *A*.

4. Un mineral constituye una carga incondicional. Su enriquecimiento mecánico a bocamina (por tría, por ejemplo) permite reducir su peso en un 10 %. El coste del enriquecimiento es de 30 rublos por vagón. Los gastos para economizar la carga de 1 vagón se elevan a 300 rublos. La comparación con la evaluación o.d. del transporte (500 rublos) muestra que esta medida es racional en el plan de la economía nacional, aunque se traduzca en una elevación del precio de coste del mineral.

En todos estos ejemplos la disminución de las cargas del transporte sería racional para la economía nacional. Pero debido a la existencia de tarifas bajas en las vías principales la ejecución de estas medidas se traduciría en un incremento en los costes, lo que no sería ventajoso para las empresas que deberían soportarlos. Esto ocurre en realidad en muchos casos. Las empresas que pueden ver satisfechas sus demandas de transporte no lo solicitan si no es provechoso para ellas.

Por ejemplo, se continúa todavía transportando la totalidad de la arena de afilar aunque pueda obtenerse en el mismo sitio, mientras que con frecuencia la falta de vagones ocasiona graves pérdidas en otras partes.

La consideración de la evaluación o. d. del transporte por ferrocarril en los cálculos económicos permitiría una mejor utilización de los diversos tipos de transporte. Permitiría que el empleo de otros medios (transportes por agua combinando las vías fluviales existentes, transportes por camión para distancias cortas) ventajoso para la empresa fuera al mismo tiempo racional; los cálculos permitirían resolver correctamente los pro-

---

29. Cf.: *Promyshlenno-ekonomicheskaya gazeta*, 18 julio 1958.

blemas relativos a la naturaleza de los medios de transporte a adoptar, teniendo en cuenta a la vez los intereses generales de la economía nacional y los de las empresas.

La adopción de un sistema de tarifas más satisfactorio es particularmente recomendable en nuestros días en que muchas de las decisiones de planificación, en lo que se refiere principalmente a la elección de los medios utilizados para los intercambios económicos entre ciudades, se toman en el lugar. Por consecuencia, es muy importante la existencia de índices económicos que establezcan correctamente estas relaciones de acuerdo con el interés general.

5. Una fábrica situada en la ciudad A gasta para sus moldeados 160 rublos por Tm debido a su deficiente equipo de fundición. Si el metal se lleva a la fábrica situada en la ciudad B, donde la fundición está mejor equipada para este tipo de labor, el coste de los mismos es de 130 rublos por tm. ¿Es racional fundir el metal en la fábrica de la ciudad B? Por vagón de 16,5 t de carga útil la economía es de $16{,}5 \times (160 - 130) = 495$ rublos. Los gastos para el transporte en ambos sentidos son $2 \times 500 = 1.000$ rublos (según la evaluación o. d.). En las condiciones dadas, la medida propuesta no es racional.

Este ejemplo es característico. La cooperación entre fábricas que comporta transportes suplementarios de grandes cargas a una distancia apreciable generalmente no es racional cuando se calculan correctamente los gastos de transporte. Por ello, en muchos casos, la especialización muy elevada de las empresas (especialmente en lo que respecta al laminado) no es racional si la cooperación que supone esta especialización requiere transportes a grandes distancias. El cálculo equivocado de estos aspectos del transporte por ferrocarril ha sido, en nuestra opinión, una de las principales razones de la especialización a ultranza, denunciada en el curso de la XVIII sesión del P.C.U.S.

En muchos otros casos, al contrario, la especialización y la cooperación están plenamente justificadas a pesar del inevitable incremento de los gastos de transporte. Para resolver estos problemas es indispensable basarse en una evaluación conveniente de los gastos de transporte.

6. En la ciudad A hay una fábrica de jabón equipada para la producción en gran escala. El precio de coste de la pastilla de jabón es 50 kopeks. Se propone organizar en la ciudad B una jabonería artesanal (destinada a servir a la ciudad y sus alrededores), a fin de aligerar los transportes. De otra manera, se persigue producir en el mismo lugar el jabón en vez de enviar las materias primas a la fábrica A para recibir el jabón terminado. El precio de coste de fabricación de una pastilla de jabón para la pequeña fábrica semiartesanal sería de 1 rublo. ¿Es racional la organización de esta producción?

La pastilla de jabón pesa 100 gramos; teniendo en cuenta la tara, se puede estimar que la capacidad de un vagón es de 100.000 pastillas. La

diferencia de coste se eleva a 50.000 rublos. El viaje de ida y vuelta de un vagón se evalúa en 1.000 rublos. Conclusión: La organización de una jabonería artesanal en B está muy lejos de ser ventajosa. Así, cuando el transporte de la producción (y de las materias) no está limitado imperativamente por la carga de las vías, los gastos de producción tienen una acción determinante en la elección de la localización de las industrias. Las ventajas derivadas de la producción en masa y la especialización, traducidas en una disminución del precio de coste deben, en este caso, utilizarse plenamente.

A pesar de las indiscutibles ventajas de la especialización y de la concentración, éstas no siempre se han realizado por varios motivos. Con frecuencia esto se justificaba por la carga de los transportes y la dificultad de los transportes a larga distancia, principalmente cuando se trataba de bienes de consumo.

La negativa en conceder los medios necesarios o incluso a utilizar los disponibles para el transporte de mercancías de valor específico elevado en manera alguna está justificada. La misma no puede explicarse más que por falta de sentido de proporción. Por ejemplo, se razona así: ¿qué es más importante el carbón o los botones? Seguro, ¡el carbón! Los vagones para los botones no deben concederse más que en segundo lugar. Se olvida que el establecimiento de botones de una gran ciudad no requiere más que un vagón por año, mientras que hacen falta millares para el carbón y que, cuando se trata de un solo vagón, el carbón fácilmente puede reemplazarse por la leña.

Otro ejemplo confirmará el buen fundamento de nuestra conclusión.

Supongamos que se trata del transporte de cargas de valor específico (valor por unidad de peso) elevado tanto de bienes industriales como de objetos de gran consumo. Su distribución reviste una gran importancia para el país: permite la marcha normal de la producción, asegura las necesidades vitales de la población, permite la movilización de los recursos, etc. Por otra parte, el número de vagones indispensables para transportes de esta clase no es muy grande.

Diremos que los productos son caros cuando su precio no es inferior a 10 rublos por kilo (tara incluida y, para los productos ligeros, teniendo en cuenta el volumen ocupado). Se puede estimar que el valor medio de los productos caros es 15 rublos por kilo, o sea, cerca de 250.000 rublos por vagón. Entonces, aun suponiendo que el valor total de las cargas de esta clase a transportar por año sea igual a 30.000 millones de rublos, el número total de vagones ocupados por día (para el conjunto de la Unión Soviética) será próximo a 300 ($30.000.000.000 : [250.000 \times 360] = 330$). Así, la reducción del 50 % de los transportes de esta clase no proporcionaría una mejora perceptible en las condiciones de trabajo del sistema de transportes ferroviarios (150 vagones representan menos del 0,2 % de los cargamentos diarios), pero ocasionaría pérdidas enormes al país.

La negativa de afectar medios de transporte a la categoría de cargas de valor elevado, tales como los pequeños instrumentos, barnices y pinturas, objetos manufacturados, calzados, perfumería, libros (de tiradas limitadas) en la mayoría de los casos está totalmente injustificada.

7. La mejora del tráfico en las vías exige gastos elevados (mejora de las comunicaciones, personal de inspección, aumento de la velocidad del tráfico a consecuencia de la automatización) que llevarían el precio de coste del transporte a 210 rublos por vagón; pero la capacidad sería de 1.300 vagones por día. ¿Deben adoptarse estas medidas? Efectuemos el cálculo. El precio de coste correspondiente a una capacidad suplementaria de 100 vagones es igual a $1.300 \times 210 - 1.200 \times 200 = 33.000$, es decir, a 330 rublos por vagón para una evaluación de 500 rublos. En consecuencia estas medidas son racionales bajo la óptica de la economía nacional.

Esto no significa que no convenga bajar el precio de coste de los transportes ferroviarios. Es necesario, desde luego, buscar las medidas capaces de bajar el precio de coste, pero sin reducir la capacidad. En este sentido las posibilidades son considerables. A este respecto conviene destacar que la ventaja económica del desarrollo de la tracción diesel y eléctrica propuesta por el plan septenal es aún más evidente si se tiene en cuenta la evaluación o. d. de los transportes por ferrocarril, pues la utilización de estos medios de tracción incrementa considerablemente la capacidad de las vías a causa del aumento de velocidad y la aceleración en la rotación del material rodante (la influencia de esta medida sobre la eficacia económica se desprende claramente del ejemplo propuesto). De manera general, los problemas relativos a la introducción de nuevos medios de tracción pueden resolverse más correctamente considerando la evaluación de los transportes.

8. Examinemos aún la siguiente cuestión: En la proximidad de B se extrae carbón de elevado poder calorífico, cuyo precio de coste es de 1.500 rublos por vagón; este carbón se utiliza para la producción de energía. ¿Es racional sustituirlo por carbón de bajo poder calorífico extraído en las proximidades de A, cuyo coste para una producción equivalente de calorías es de 1.800 rublos? Si se parte de la tarifa, parece irracional, pero sobre la base de la evaluación o. d. del transporte vemos que los gastos para el carbón importado, $1.500 + 500 = 2.000$ rublos, son superiores al coste del carbón local (1.800 rublos). Por tanto es racional utilizar el carbón local.

Supongamos ahora que se trata del mismo ferrocarril. El sector de vía vecino a A requiere 20 vagones de carbón por día. ¿Es racional alimentar las locomotoras con carbón local si la disminución de su velocidad y el aumento en el tiempo de carga resultantes reducen la capacidad de la vía en un 5%, es decir, en 60 vagones por día? La sustitución del carbón importado por el local proporciona una economía de $20 \times (2.000 - 1.800) = 4.000$ rublos. La pérdida correspondiente al valor locativo de

60 vagones es $60 \times 300 = 18.000$ rublos. Esta sustitución no es ventajosa; sólo lo sería en condiciones totalmente diferentes. Es evidente que en algunos casos el aumento del consumo de combustible y, en consecuencia, del coste del transporte puede ser racional si permite aumentar la capacidad de una vía saturada. La tracción eléctrica puede, por ejemplo, ser más eficaz que la diesel incluso si representa un gasto mayor de combustible.

Vamos a formular los resultados obtenidos:

Conclusión 21. — *Si la totalidad de las cargas a transportar no sobrepasa la capacidad de una vía, el precio de coste del transporte (calculado convenientemente) refleja de manera correcta los gastos globales de transporte. Cuando se alcanza la plena capacidad de la vía conviene utilizar la evaluación o. d. del transporte por vagón en vez del coste a fin de incluir en el cálculo la renta del equipo del ferrocarril. Esta evaluación se obtiene teniendo en cuenta todas las condiciones: cantidad y naturaleza de las cargas cuyo transporte se requiere, capacidad de la vía y posibilidades de aumento de esta capacidad, etc. Con ayuda de esta evaluación la solución de los problemas referentes a la racionalidad de los transportes viene dada por la comparación de la economía (efectos sobre la economía nacional) proporcionada por estos transportes y de la evaluación o. d. La evaluación o. d. de una carga transportada se compone de la evaluación o. d. de la misma en el punto de partida más la evaluación o. d. del transporte.*

Hay que señalar que los cálculos anteriores no son fácilmente realizables en la práctica. Sin embargo, se han desarrollado métodos para casos más complejos. La dificultad es la falta de datos o la imprecisión de los que se tienen.

Puesto que los precios de venta y los de coste no reflejan correctamente los gastos totales de producción en cada sitio, sería necesario, en teoría, sustituir estos precios por las evaluaciones o. d. correspondientes. Sin embargo, a falta de las mismas tendremos que basarnos en los datos de coste; aunque en este caso las conclusiones serán mucho menos precisas.

Añadamos finalmente que las conclusiones obtenidas a partir de evaluaciones o. d. de los transportes, si bien aproximadas, son de positivo interés. Supongamos, en efecto, que la evaluación económica del transporte de una carga correspondiente al contenido de 1 vagón (para un recorrido medio de 1.000 km sobre líneas medianamente cargadas) no se conozca con precisión, pero que pueda decirse que está comprendido entre los límites de 400 y 2.000 rublos. De esta indicación, realmente poco precisa, se deducen las siguientes conclusiones:

1. Toda medida tomada con objeto de reducir las necesidades de trans-

porte será racional si los gastos suplementarios son inferiores a 400 rublos por vagón.

2. Toda medida que comporta gastos suplementarios de 2.000 rublos por vagón es, con toda seguridad, irracional.

* * *

Examinemos ahora el problema de la conexión entre lugares de producción y de consumo cuando el volumen de la producción es fijo.

Ejemplo 2. — Un tipo de producto fabricado en los puntos A y C se consume en los B y D. Las producciones diarias (signo +) y los consumos diarios (signo —) se indican entre paréntesis en la figura 7. Se dan también los costes de transporte entre cada par de puntos: cuando la vía no está saturada, estos gastos son iguales al precio de coste; si lo está hay que recurrir a las evaluaciones o. d. del transporte de 1 vagón. Se trata de establecer el programa de transporte para el que la suma de gastos sea mínima.

En uno de los posibles planes de transporte (fig. 7), los 50 vagones producidos en A se dirigen a D en su totalidad. Desde C se expiden 30 vagones a D y 30 a B. El total de gastos de transporte es igual a:

$$50 \times 700 + 30 \times 200 + 30 \times 400 = 53.000 \text{ rublos}$$

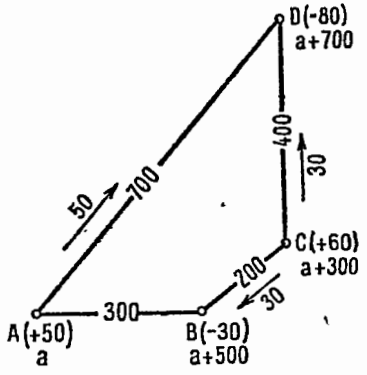

Fig. 7

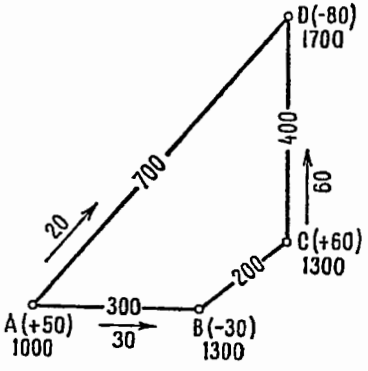

Fig. 8

¿Cómo reconocer si este plan es óptimo?

Para responder a esta pregunta tendremos que recurrir también a las evaluaciones o. d. Tratemos de establecer, en cada uno de los puntos, las de un vagón del producto dado. Sean a rublos la evaluación en A; entonces en D serán $a + 700$, puesto que el plan prevé efectivamente un tráfico entre A y D (cf. conclusión 21). Puesto que una parte del consumo de D proviene de C, con gastos de transporte de 400 rublos, la evaluación en C deberá ser inferior en 400 rublos a la en D, o sea $(a + 700) - 400 = a + 300$. En fin, puesto que está previsto un tráfico entre C y B, la evaluación en B debería ser $(a + 300) + 200 = a + 500$.

Pero si la producción consumida en *B* proviniera de *A*, su evaluación en este mismo punto sería tan sólo $a + 300$.

Esta diferencia muestra que el plan representado por la figura 7 no es óptimo. El punto *B* debe ser abastecido por *A*. El plan de transporte correspondiente es el de la figura 8. Para este plan, la suma de gastos de transporte es igual a

$$20 \times 700 + 30 \times 300 + 60 \times 400 = 47.000 \text{ rublos}$$

o sea, un 12 % menos. Este plan es óptimo. Si la evaluación o. d. de un vagón del producto es 1.000 rublos en *A*, será 1.700 rublos en *D*, 1.300 en *C*, y 1.300 en *B*. Está claro, según estas evaluaciones, que el abastecimiento de *B* desde *C* no es ventajoso. De hecho este abastecimiento ya no se prevé en el plan óptimo.

Señalemos que un sistema de evaluaciones o. d. que tiene en cuenta correctamente los transportes, favorece los transportes racionales y no permite los que no lo son.[30]

La actual práctica de un precio único "franco en la estación de partida" no es satisfactoria, puesto que de ninguna manera garantiza la realización del plan de transporte óptimo. Según este sistema el abastecimiento proveniente de *C* será más ventajoso a los consumidores de *B*. Pero entonces se realiza el plan de la figura 7, que, como hemos visto, no es óptimo. Asimismo un sistema de precio único "franco en la estación de destino" no es más satisfactorio. Es mucho más racional elaborar un sistema de precios por zonas (teniendo en cuenta el plan económico de transporte a escala nacional).

Conclusión 22. — *Al plan óptimo de transporte le corresponde un sistema de evaluaciones o. d. de los productos llevados a los diferentes puntos de utilización. Este sistema es tal que si un producto se transporta efectivamente de un punto a otro, la diferencia de sus evaluaciones o. d. en estos puntos es igual a los gastos de transporte: si no se transporta, esta diferencia no puede ser superior a estos gastos.*

La existencia de este sistema de evaluaciones muestra que el plan de transportes es óptimo (no implica movimientos superfluos de mercancías). Al contrario, la imposibilidad de elaborar un sistema de evaluaciones de este tipo indica que el plan no es óptimo.

Otros sistemas de evaluaciones, en particular un sistema de precio único franco en la estación de destino, no estimulan la eliminación de los transportes irracionales.

---

30. Una exposición más completa del método de resolución de los problemas relativos a la planificación de los transportes descrita por el autor en colaboración con M. K. GAVURÍN ha aparecido en *Problemas relativos al aumento de eficiencia en la explotación de los transportes*, edición de la Academia de Ciencias de la U.R.S.S. 1949, p. 110-138. Se encontrará allí un método de cálculo aplicable a un número cualquiera de puntos y para varios tipos de cargas (cf. igualmente los apéndices I y II).

Notemos que un método similar puede aplicarse para el análisis de los programas de transporte y la determinación del volumen de producción si este último es variable.[31]

8. *Utilización óptima de la capacidad de producción existente. El sistema general de evaluaciones objetivamente determinadas y su significado*

Consideraciones generales

En las secciones precedentes hemos examinado el papel y la utilización racional de los diversos factores de producción: el trabajo (que constituye el factor básico de producción), las primeras materias y los materiales, los recursos naturales y los factores que condicionan la eficacia del trabajo (energía eléctrica, equipo, transportes). El trabajo es la única fuente de valor: trabajo viviente y materializado o dado en forma de servicios. Hasta el presente, hemos considerado aisladamente cada uno de estos factores. Sin embargo, las conclusiones relativas al plan óptimo y a las evaluaciones o. d. son también válidas cuando todos estos factores se tratan simultáneamente. Los resultados obtenidos permiten extraer los principios del método de resolución del conjunto de problemas de la planificación económica relativas a la utilización de la capacidad de producción existente.

Las conclusiones obtenidas no son válidas solamente en el cuadro limitado de un complejo productivo, sino también a la economía nacional como un todo.

Todos los problemas de cálculo económico y de planificación pueden dividirse en dos grupos.

Incluimos en el primero los relativos a la utilización de los recursos (equipo, riquezas naturales, líneas de transporte, fuentes de energía eléctrica, mano de obra especializada).

En este caso, el problema que se plantea es el de la elección y mejor distribución de los medios de producción disponibles en un momento dado, es decir, que su puesta en explotación no requiere tiempo ni capitales importantes. Se trata, pues, esencialmente, de la planificación y del reparto en un período corto de tiempo (año, trimestre, mes) de la *planificación corriente o a corto plazo* y de las decisiones económicas operacionales.

En el segundo grupo incluimos los problemas en los que el factor tiempo juega un papel importante y que comportan grandes inversiones: elección del tipo de nuevas factorías, plan de expansión de la red de ca-

31. Un ejemplo de este tipo se analiza en el apéndice II, págs. 297-302.

rreteras, plan de formación de mano de obra cualificada, etc. Son los problemas de la *planificación a largo plazo.*

En esta sección se examinarán tan sólo los problemas del primer grupo, relativos al problema de la utilización de la capacidad de producción existente. El análisis de las del segundo se efectuará en el capítulo III.

El problema de la elaboración del plan óptimo de utilización de la capacidad de producción existente se presenta en los siguientes términos (en forma un poco abstracta y esquemática). La producción final comprende los bienes de consumo personal de la población, los de consumo destinados a las necesidades generales (ejército, cultura e higiene, construcción de viviendas, administración, comunicaciones, etc.) y los destinados a la ampliación de la capacidad de producción: inversiones en la industria, en la agricultura, construcción de carreteras. Los consumos y reservas de materias primas, materiales, y otros elementos nos son conocidos.

A partir de aquellas necesidades y de los medios disponibles (mano de obra, equipo, procedimientos productivos utilizados o conocidos), se trata de establecer el plan óptimo, es decir, el que asegure el mayor volumen de una producción final con una composición requerida. Que un plan sea óptimo no significa que no pueda ser superado; esto puede ocurrir por el descubrimiento de nuevos recursos, nuevos procedimientos productivos, nuevos modos de organizar la producción, por la mejora de los índices técnicos y métodos de trabajo. Los recursos existentes, los procedimientos productivos conocidos y los objetivos alcanzados deben utilizarse lo mejor posible en la elaboración del plan, sin lo cual éste no puede ser óptimo.

Como para los casos particulares más simples considerados anteriormente, debe existir también un plan óptimo en el marco de los problemas más completos y complejos de la planificación. El problema de la determinación de este plan será examinado más tarde.

Al igual que para los problemas analizados antes, todo plan óptimo va asociado a un sistema de evaluaciones objetivamente determinadas que incluye: *a*) las evaluaciones del trabajo para las diferentes cualificaciones y especializaciones, *b*) las evaluaciones de la producción (final e intermedia), *c*) las evaluaciones de las diferentes clases de materias primas y materiales, *d*) la evaluación de la energía eléctrica, *e*) las evaluaciones o. d. del equipo (evaluaciones locativas de tipos de equipo móviles y rentabilidad planeada de factorías en su totalidad), *f*) la renta de los recursos naturales, *g*) las evaluaciones de lós servicios (transportes, comunicaciones, etc.). Estas evaluaciones pueden tener valores diferentes en las diversas regiones económicas. Aparte de estas evaluaciones generales puede haber también evoluciones calculadas y aplicadas dentro de una empresa: de piezas sueltas, de productos semielaborados, de equipos especiales intransferibles. Las relaciones entre este sistema de evaluaciones o. d. y el plan

óptimo son de la misma naturaleza que las que ya hemos señalado para los casos particulares:

1. Para cada empresa y más generalmente para todo procedimiento productivo, si los medios de producción utilizados son los previstos por el plan óptimo, el total de gastos debe ser igual al valor de la producción (valorados ambos en evaluaciones o. d.); dicho de otro modo, la producción es rentable. [32] Para los medios de producción no previstos (y no utilizados) el total de las evaluaciones de los gastos sería superior (o igual) a la evaluación del producto.

2. Si en un proceso productivo un bien participa como materia prima y en otro se obtiene como producto (en el mismo punto) su evaluación o. d. debe ser la misma en ambos casos.

3. La diferencia de las evaluaciones o. d. de un mismo factor en dos lugares diferentes no debe ser superior a la evaluación de las pérdidas provocadas por su desplazamiento, cuando éste es posible, de un lugar a otro. En particular: *a*) la diferencia de las evaluaciones de un bien en dos puntos no debe ser superior a la de sus gastos de transporte; *b*) la diferencia de las evaluaciones locativas de un equipo no debe ser superior a las pérdidas debidas a su traslado eventual (transporte, montaje en su nuevo lugar de utilización, tiempo perdido en el traslado); *c*) la diferencia de las evaluaciones de la mano de obra no debe sobrepasar los gastos de su desplazamiento (transporte, tiempo parado, disminución de la productividad durante el primer período, etc.).

Lo que precede sólo es válido para los procedimientos productivos y los desplazamientos previstos en la preparación del plan óptimo.

El sistema de evaluaciones o. d. es *concreto*. Se refiere a las condiciones y al conjunto de datos que determinan el plan (composición de la producción final, recursos, nivel técnico, conjunto de procedimientos productivos disponibles). Los cambios notables en estas condiciones acarrean modificaciones del sistema de evaluaciones o. d., especialmente para los factores particularmente afectados. Además, estas evaluaciones poseen un cierto grado de *estabilidad*. El sistema no se perturba de manera sensible por pequeñas variaciones parciales de los elementos que las condicionan.

Finalmente las evaluaciones o. d. son realísticas. Sus relaciones corres-

---

32. El lector puede asombrarse de que la rentabilidad calculada a partir de las evaluaciones o. d. sea nula. Esto proviene de que razonamos sobre esquemas simplificados en extremo y también de nuestra concepción particular de la rentabilidad:

a) En el conjunto de gastos, incluímos la evaluación locativa — renta — de la empresa; de hecho ésta representa la renta neta puesta a disposición del Estado (desde luego, en la práctica, una parte de esta evaluación debe volver a la empresa). Lo mismo ocurre para la renta del suelo (sección 6) y para los gastos derivados del empleo de categorías de mano de obra deficitarias (sección 3, pág. 75).

b) Sólo es nula la rentabilidad prevista por el plan. En realidad al sobrepasar los objetivos del plan sea en el volumen de producción o por reducción de los estándares de gastos, la rentabilidad debe ser positiva, aun si se incluyen las evaluaciones (o la renta del suelo o los gastos por mano de obra deficitaria) en el capítulo de gastos.

ponden a las de los costes económicos reales. Si estas evaluaciones se reducen a trabajo simple, el hecho, por ejemplo, de que la evaluación de un artículo sea igual a 100 (días de trabajo simple) significa que se tiene el poder efectivo de incrementar la producción de este artículo mediante un gasto adicional de 100 días de trabajo por artículo suplementario. Inversamente, se liberarán tantas veces 100 días de trabajo simple cuantos artículos de menos se produzcan.

Una relación de 2 : 5 para las evaluaciones o. d. de dos artículos significa que, reduciendo el programa de 2.000 unidades del primer artículo, se pueden producir, aproximadamente, 5.000 unidades suplementarias del segundo. Las evaluaciones de las materias, servicios, equipo, tienen la misma significación.

No ocurre lo mismo, en cambio, para el sistema de precios en vigor, para el cual estas correspondencias reales no se verifican. Esto no se advierte tan claro en una industria, en donde a los cálculos monetarios del plan se le suponen asociados los movimientos correspondientes de los medios materiales (si en una empresa se prevé un gasto de un millón de rublos en primeras materias, esto quiere decir que se tiene la posibilidad de obtener, efectivamente, estas materias). Sin embargo, para los grandes trabajos en que el equilibrio de los medios materiales no está planificado con la misma precisión, las cosas son diferentes. A veces, a pesar de su liberación, las sumas previstas por el plan no pueden ser "asimiladas"; otras veces, al contrario, el coste real de los trabajos sobrepasa las sumas planificadas. Los precios del plan no pueden "realizarse", es decir, que para los mismos no se obtienen las materias necesarias en las cantidades deseadas.

Esto explica, en gran parte, por qué no se completaron a tiempo el primer y segundo plan quinquenal para la construcción.

Aplicación de las evaluaciones o. d. al análisis de la eficacia económica de los procedimientos productivos

Si las evaluaciones o. d. fueran conocidas permitirían la resolución de un gran número de problemas relativos a la utilización de la capacidad de producción existente, que nacen en el curso del proceso de realización y mejora del plan. Cálculos simples a partir de las evaluaciones o. d. permitirían, para cada empresa, la elección de las soluciones mejores teniendo en cuenta la situación general y también los intereses y necesidades de las otras empresas. Algunos ejemplos mostrarán cómo pueden realizarse estos cálculos y cómo difieren de los habituales. No nos detendremos en el detalle del valor técnico de los datos, que son del todo arbitrarios (especialmente las evaluaciones o. d.), no teniendo los ejemplos concretos más objetivo que fijar mejor las ideas.

Ejemplo 1. — En una de las secciones de una fábrica de maquinaria para la construcción se fabrican numerosas piezas en una máquina-herramienta de tipo universal. La transferencia a esta sección de una máquina especializada que aumentaría considerablemente la productividad del trabajo bajaría el precio de coste a la mitad en el 20% del conjunto de las piezas producidas en la sección. ¿Es racional la transferencia de esta máquina especializada? Sea, por ejemplo, 500 el número total de piezas por turno, 0,30 rublos el coste de producción de las piezas en la máquina universal, 35 y 60 rublos los valores locativos respectivos por turno de la máquina universal y de la máquina especializada.

Los gastos de fabricación de la totalidad de las piezas en la máquina universal se evalúan en:

$$500 \times 0{,}3 + 35 = 185 \text{ rublos}$$

La segunda variante da los gastos:

Máquina universal	$400 \times 0{,}3 + 35 =$	155 rublos
Máquina especializada ...	$100 \times 0{,}15 + 60 =$	75 rublos
Total		230 rublos

La segunda variante es menos económica y debe rechazarse. Por el contrario, sería la utilizada con los métodos habituales de cálculo, puesto que proporciona una reducción del precio de coste sin comportar gastos suplementarios.

Ejemplo 2. — En otra sección de la misma empresa las piezas se fabrican en una máquina de concepción antigua. Se producen 400 piezas por turno cuyo coste de fabricación es 0,45 rublos. La evaluación locativa de la máquina es de 20 rublos por turno. ¿Es racional reemplazar la máquina vieja por una especializada (del mismo tipo que en el ejemplo 1), si esta última tiene una productividad una mitad superior, es decir, reduce el precio de coste en 1/3?

Los gastos de producción de las piezas son:
con la máquina de concepción antigua:

$$400 \times 0{,}45 + 20 = 200 \text{ rublos (400 piezas)}$$

con la máquina especializada:

$$600 \times 0{,}30 + 60 = 240 \text{ rublos (600 piezas)},$$

o sea, para 400 piezas, 160 rublos.

El ahorro neto es de 40 rublos por turno. Así la medida es racional y debe llevarse a cabo. Puesto que la evaluación de la máquina especializa-

da es real, puede ser liberada de otra sección para reemplazar a la máquina vieja de ésta.

Si los dos problemas de los ejemplos 1 y 2 se examinaran simultáneamente, una simple comparación demostraría que la máquina especializada debe afectarse a la segunda sección. Pero no es así: con la ayuda de los cálculos y de los índices habituales no se tienen en cuenta las necesidades que se manifiestan en otras partes. Al contrario, si se utilizan las evaluaciones o. d., las cuestiones pueden examinarse aisladamente. Si se concluía que no era racional afectar la máquina especializada a la primera sección, era porque implícitamente se tenía en cuenta que esta máquina sería más útil en otra parte.

En cambio, fundándose exclusivamente en los precios de coste, las dos medidas parecen racionales y como no se dispone (en nuestro ejemplo) más que de 1 máquina, debería afectarse a la sección considerada en primer lugar, es decir, a la primera. Dicho de otra manera, en este caso la explotación de la máquina disponible no sería la más correcta.

Problemas parecidos se presentan en la asignación del equipo a escala más grande. Por ejemplo, si se quiere que la afectación de equipos nuevos a los sovnarjoses sea racional, necesariamente se deberá tomar en consideración su evaluación locativa en diferentes actividades.

Ejemplo 3. — Se proyecta elaborar dos piezas por estampación. En lugar de 15 minutos para cada una, la estampación necesitará ahora tan sólo 5 para la primera y 2 para la segunda. El precio de coste total se reduciría así a la mitad para la primera pieza y en 3/4 partes para la segunda. Las prensas trabajan a plena capacidad. Las dos medidas serían racionales, pero en la práctica no pueden realizarse simultáneamente en el tiempo considerado.

Teniendo en cuenta la evaluación o. d. del tiempo del medio primitivo y la evaluación o. d. elevada del tiempo de prensa cuando se compara la estampación con el medio primitivo la suma de los gastos puede ser superior para la primera pieza, e inferior para la segunda. Esto demostraría que no es racional, en las condiciones dadas, elaborar la primera pieza por el nuevo procedimiento. Al contrario, se tendrá interés en liberar las prensas en detrimento de otros trabajos para producir en ellas la segunda pieza.

Ejemplo 4. — El empleo de máquinas menos productivas permitiría, a condición de incrementar los efectivos en un 20 %, aumentar el volumen de producción en un 15 %; los gastos en materias por unidad permanecen invariables.

¿Es racional esta medida? Los cálculos habituales parecen dar resultados negativos. Desde el punto de vista general, éstos dependen de las evaluaciones o. d. y de los otros datos.

Supongamos, por ejemplo, que la evaluación o. d. de la unidad de producto sea igual a 10 rublos. Los gastos se descomponen de la manera siguiente:

Materiales y otros gastos proporcionales (excepto trabajo)	3 rublos
Costes fijos	1 »
Gastos de trabajo	3 »
Evaluación locativa	3 »

(Todo en evaluaciones o. d.)

Para una producción mensual de 100.000 unidades los gastos son 1 millón de rublos. Con el empleo de la mano de obra suplementaria los gastos para la producción de 115.000 unidades serán:

Materiales	$115.000 \times 3 =$	345.000	rublos
Costes fijos		100.000	»
Gastos de trabajo	$(300.000 + 20\,\%) =$	360.000	»
Evaluación locativa (el equipo es el mismo)		300.000	»
Total		1.105.000	rublos

La evaluación de los gastos por unidad de producto es pues igual a:

$$\frac{1.105.000}{115.000} = 9{,}61 \text{ rublos}$$

la cual es inferior a la evaluación actual. Esta medida es racional.

Los cálculos habituales habrían puesto en evidencia un incremento del precio de coste y una disminución de la productividad del trabajo; la medida habría parecido irracional.

Conviene señalar que en la práctica se aplican a menudo medidas parecidas a las que hemos examinado para aumentar el volumen de producción, incluso si de ellas resulta un incremento del coste. Pero se dice entonces que estas medidas se toman "prescindiendo" de la economía. De hecho, si son racionales, un cálculo económico correcto según las evaluaciones o. d. debe revelar su rentabilidad. Los cálculos habituales según los precios de coste no consideran más que los gastos inmediatos y visibles. Ignoran elementos tan importantes como son la mejora en la utilización del equipo.

Ejemplo 5. — En una producción en masa, la fabricación de piezas en máquinas automáticas va acompañada de la producción de recortes de

trefilados no recuperados. Para realizar ahorros de metal, se propone trabajar los recortes en una máquina tradicional. Se obtiene de esta manera una pieza adicional por recorte. ¿Es racional esta medida?

La solución depende de la situación. Supongamos que se consumen 100 gramos de trefilado por pieza y que la evaluación o. d. del trabajo en la máquina automática sea 0,12 rublos por unidad. Para el trabajo individual de los recortes es necesario un tiempo de máquina y obrero de 0,5 horas por pieza, evaluado en 2 rublos. Así, para economizar 100 g de trefilado el gasto suplementario será $2 - 0{,}12 = 1{,}88$ rublos. Si la evaluación o. d. de la tonelada de metal es 2.000 rublos, los 100 g cuestan 0,20 rublos y la medida debe rechazarse. Para que sea aceptable la evaluación de la tonelada de metal debería ser 20.000 rublos.

Nuestra conclusión tendría aún más fuerza si en lugar de expedir los recortes a la refundición fueran utilizados, por ejemplo, por el taller de reparaciones o por otras empresas.

Algunas veces se recomiendan, sin restricciones, todas las medidas que proporcionan economías de materias en déficit, incluso cuando la utilización de los restos se hace al precio de gastos considerables de trabajo y de la reducción del volumen de producción. Las soluciones prácticas no se adoptan en función de la situación general sino, a menudo, según los caprichos del aprovisionamiento de las empresas. Si hoy se va "justo" en trefilados, se tomarán medidas parecidas a las del ejemplo precedente. Mañana, cuando se disponga de metal, la empresa rehusará comprometerse en gastos de trabajo suplementarios racionales, incluso si con ellos puede economizar 2-3 kilos de metal (en lugar de 100 g).

Aunque medidas parecidas sean racionales en ciertos casos particulares, su aplicación sistemática es perjudicial y ello con más motivo cuanto que, para la mayor parte de las materias en déficit, puede asegurarse un incremento suficiente en su producción con gastos de trabajo sensiblemente inferiores. Desde luego deben economizarse todas las materias, pero no a cualquier precio.

Por otra parte, muchas medidas referentes al ahorro de materiales que van acompañadas (según los cálculos habituales) de un incremento en los precios de coste no deben considerarse como provocadas por dificultades fortuitas, sino que deben aplicarse sistemáticamente.

El empleo de las evaluaciones o. d. aclara igualmente esta cuestión.

A propósito de los ejemplos 3-5, nos detendremos en algunas insuficiencias que se observan aún en nuestros días, a pesar de una mejora cierta, en la evaluación de los beneficios obtenidos por la racionalización y la organización de la producción.

Ante todo, a consecuencia de insuficiencias en la evaluación de los resultados de la racionalización (subestimación de numerosos factores en el cálculo de los precios de coste), ciertas medidas parecen económicas y altamente convenientes, mientras que, de hecho, son irracionales en las

condiciones dadas (estampado de la primera pieza en el ejemplo 3). Resulta de ello que otras disposiciones susceptibles de procurar una economía real (en el plan racional) no se toman. Se acostumbra así a la idea de que todas las medidas que el cálculo revela como susceptibles de aportar economías importantes no deben ser aplicadas obligatoriamente. De este modo, ciertas realizaciones de una eficacia cierta se difieren durante años en beneficio de otras cuya utilidad es muy discutible.

En segundo lugar, medidas importantes susceptibles de reducir el consumo de materiales en déficit y aumentar el volumen de la producción no reducen el precio de coste ni procuran ninguna economía según los cálculos habituales. Sin embargo, frecuentemente son ventajosas para el conjunto de la economía nacional (ejemplo 4); en cambio, muchas veces en nuestros días se consideran como simples medidas temporales exigidas por una situación particular. Esta opinión y el actual sistema de incentivos no contribuyen a estimular su aplicación.

Ejemplo 6. — El enriquecimiento mecánico de un mineral permite, *a*) reducir el tiempo de fusión en un 10 %, *b*) disminuir el consumo de carbón por tonelada de metal en un 10 %. Por otro lado es preciso instalar un nuevo equipo y aumentar el consumo de energía eléctrica. ¿Es racional esta medida?

Esto depende de las evaluaciones o.d. Supongamos que tengan los siguientes valores. Evaluación o. d. del carbón consumido por t de metal: 120 rublos; evaluación locativa del equipo de enriquecimiento referido a una tonelada: 6 rublos; evaluación de la energía eléctrica consumida para el enriquecimiento de una tonelada de mineral: 2,50 rublos; evaluación locativa del alto horno y su equipo, por tonelada de metal: 200 rublos. Señalemos, por otra parte, que son necesarias 2 t de mineral (no enriquecido) por tonelada de metal.

Las evaluaciones de los gastos de la instalación de enriquecimiento por tonelada de mineral son:

Para el equipo	$6 \times 2 = 12$ rublos
Para la energía eléctrica	$2{,}50 \times 2 = 5$ rublos
Total	17 rublos

La reducción del tiempo de fusión hace bajar en 20 rublos (10 %) la evaluación locativa del alto horno. La evaluación de una economía del 10 % en carbón es de 12 rublos. La economía total es, pues, de 32 rublos.

La evaluación de los gastos por tonelada de metal se reduce en $32 - 17 = 15$ rublos y, en consecuencia, el enriquecimiento es racional. Evidentemente este resultado no es válido más que para el sistema de evaluaciones o.d. que hemos dado. En otras condiciones, si el metal no estuviera en déficit, el equipo metalúrgico se utilizaría a plena capacidad;

la evaluación locativa del alto horno sería menor y el resultado podría ser otro.

La intensificación de los procesos de producción y, entre otros, inyectar oxígeno en hornos de fundición plantean cuestiones del mismo tipo que la que acabamos de examinar. Debido a su elevado coste, el empleo del oxígeno aumenta, en muchos casos, el precio de coste del metal, lo cual constituye un obstáculo a la generalización de esta técnica nueva. Pero es bien sabido que así se aumenta la productividad de los hornos Martin en un 20-30 % y el de los altos hornos en 8-10 %.

Sin datos completos es muy difícil adoptar una posición sobre esta materia, pero no hay duda de que si se presta atención a la evaluación locativa del equipo metalúrgico, las economías proporcionadas por la aplicación del oxígeno aparecerían mucho más elevadas de lo que indican los cálculos habituales.[33]

Señalemos que, en los problemas complejos de este tipo, la elección (correcta) de las decisiones según apreciaciones puramente cualitativas es casi imposible; y para conseguirlo es necesario estar dotado de una intuición excepcional. Se puede responder a esto que los directores de las empresas, de los sovnarjoses y de los ministerios, toman decisiones de esta naturaleza sin cálculos. Desde luego, las decisiones se toman y la industria ofrece una producción siempre creciente. No obstante, esto no prueba de ninguna manera que todas las decisiones sean las mejores ni que no pueda concebirse un conjunto de decisiones que asegure un volumen de producción más elevado y un crecimiento aún más rápido. Múltiples pérdidas, el empleo insuficiente de recursos disponibles y, por otro lado, el ejemplo de la actividad de las empresas de vanguardia, demuestran que las ventajas de la producción socialista están todavía muy lejos de ser explotadas a fondo.

Las evaluaciones o. d. en la contabilidad de las empresas y en la formación de precios

Por bien establecido que esté el plan, no se obtendrán del mismo todas sus ventajas más que con dos condiciones:

1. Si, en el curso del proceso de realización, el plan se modifica en función de los cambios sobrevenidos en la situación general y, por consecuencia, en los datos.

2. Si las personas encargadas de su ejecución tienen un interés particular en conseguirlo.

---

33. El considerable interés del empleo del oxígeno en la metalurgia y el papel a este respecto de un análisis económico correcto han sido puestos de manifiesto en las intervenciones de A. Y. Gaievov y L. I. Breznev en el XXI Congreso del P.C.U.S. (*Informe*, tomo I, p. 349 y 426).

El cumplimiento de estas condiciones se facilita considerablemente por el hecho de que el plan óptimo va acompañado de un sistema de evaluaciones o. d. y de los factores de la producción. Ya hemos visto anteriormente los cambios que conviene aportar al plan en caso de modificación de los datos (composición de los productos, aparición de nuevos procedimientos productivos). El carácter concreto y realístico de las evaluaciones autoriza la adopción de soluciones que tienen en cuenta la situación real, por ejemplo la insuficiencia de un tipo de equipo. Al trazar las líneas generales de orientación para las empresas, la dinámica de las evaluaciones o. d. permite una adaptación fácil a la situación a través de correcciones sucesivas, lo cual asegura permanentemente la optimación del plan.

No obstante, si es necesario llevar la elaboración del plan y de las evaluaciones o. d. hasta nivel de las empresas a fin de que sus elecciones sean conformes al interés general, esta condición no es aún suficiente. Es necesario, además, aportar al sistema de cuentas de explotación, de financiación, y de índices estadístico-económicos que caracterizan la actividad de las empresas, cambios tales, que las empresas y los otros organismos de la vida económica tengan interés en seguir el plan óptimo y en escoger las soluciones económicas más satisfactorias desde el punto de vista del plan o, también, del conjunto de la economía.

Desde este punto de vista, el sistema de evaluaciones o. d. constituye un instrumento adecuado. La percepción por el Estado, en una forma u otra, de una evaluación o. d. para el uso del equipo (evaluación locativa, nivel de rentabilidad planificado) que interviene en los cálculos interempresas (transferencia temporal de equipo, encargo de trabajos a título de cooperación), aseguraría una explotación más intensiva del equipo. La percepción de un canon sobre la mano de obra en déficit es igualmente susceptible de crear condiciones favorables para su empleo más eficaz. Lo mismo ocurre respecto a la renta de los recursos naturales. Finalmente, la elaboración de índices que caractericen la actividad de la empresa sobre la base de la evaluación de la producción neta y de la rentabilidad fijada por el plan (contando la evaluación locativa del equipo en los costes), conduciría a las empresas y a los organismos económicos a una mejor selección de los programas de producción (cf. ejemplo 4), y también a la superación del plan y a la obtención de pedidos; conduciría a eliminar los largos períodos de funcionamiento de las empresas ineficientes.

La realización a todos los niveles de la dirección económica y a escala del país entero del plan óptimo que asegure el empleo completo y más racional de los recursos para las necesidades de la sociedad conduciría, al mismo tiempo, a la elaboración de un sistema general de evaluaciones o.d. de todos los bienes económicos. Según su misma definición estas evaluaciones corresponden a los gastos totales, a nivel de la economía na-

cional, correspondientes a la producción de bienes (en el plan racional corriente) en un momento y en condiciones dadas, dicho de otro modo, a los gastos de trabajo socialmente necesarios. Corresponden también al empleo eficaz, al nivel de la economía nacional y en las condiciones dadas, de los instrumentos de producción.

Naturalmente, para que el sistema de evaluaciones o. d. corresponda a la relación real de gastos totales para los diversos tipos de producción, estos índices deben intervenir en la formación de los precios.[34] En principio los precios deben aproximarse a las evaluaciones o. d.[35] Desde luego, esto sólo se refiere a los precios al por mayor vigentes en el interior del sector controlado por el estado; los precios al detall, los de cesión y otros pueden diferir notablemente de las evaluaciones o. d. Los propios precios al por mayor no deben ser estrictamente iguales, en cada instante, a las evaluaciones o. d., pues las variaciones frecuentes de estos precios no son convenientes por numerosas razones. No obstante, una correspondencia incluso aproximada significaría que estos precios, al igual que en las evaluaciones o. d., reflejarían también el valor locativo, la renta, etcétera. Es esencial, por consecuencia, señalar que tales cambios en los principios de la formación de precios tienen dos particularidades. Con el método de cálculo habitual de los precios, a base de los precios de coste, no se tienen en cuenta algunos gastos esenciales que por otra parte es absolutamente necesario incluir, tal como hemos demostrado. Esto es una diferencia sistemática y estructural en la elaboración de los precios. La segunda diferencia proviene de que las evaluaciones o. d. reflejan las variaciones producidas por las insuficiencias o excedentes temporales de cierto tipo de equipos, el crecimiento rápido en las necesidades de ciertas categorías de bienes, etc.

No hay duda de que las relaciones de precios se modificarían y se observaría un incremento relativo de los precios de los productos (y servicios) que requieren un equipo especializado importante o en déficit. Esto ocurriría, principalmente, para los precios de los metales, del petróleo, del carbón, del cemento, de los transportes ferroviarios. La cuestión está en saber si un aumento en los precios de estos productos no provocaría dificultades, pues se emplean sobre todo en las empresas del sector gubernamental. Pero esto no tiene importancia. El aumento de los precios se debería ante todo a la inclusión, en las evaluaciones, de la evaluación locativa del equipo y, puesto que todo el valor locativo vuelve al Estado,

---

34. En el curso del XXI Congreso del P.C.U.S., A. N. Kosygin ha llamado la atención sobre la importancia de ordenar los precios sobre una base unificada (*Informe*, tomo I, p. 171-173).

35. Lo importante es que los precios utilizados en los cálculos económicos y en la planificación se aproximen a las evaluaciones o. d. Es posible que a este fin lo más racional sea utilizar las evaluaciones o. d.

todo quedaría reducido a una simple modificación en las partidas del presupuesto.[36]

Este incremento relativo de los precios de ciertos productos no se opondría en absoluto a la completa utilización de todo el volumen de producción disponible y, puesto que tal sistema de precios aseguraría una utilización más eficaz del equipo productivo, su ahorro y reemplazamiento racional por otros, el incremento de su producción, la aplicación de este sistema de precios desembocaría, en definitiva, en la baja de precios, si bien con valores relativos diferentes.

Se trata de producciones del tipo I (instrumentos de producción), que no se utilizan directamente, sino que participan en la producción de bienes de consumo. Esta circunstancia y la aparición de nuevas clases de gastos (evaluaciones locativas, etc.) debería tener como consecuencia una cierta alza de los precios de coste de los bienes de consumo (producciones del tipo II) lo que, sin embargo, no tendría que ocasionar la subida de los precios de estos bienes. En efecto, la aparición de nuevas partidas de ingreso (evaluaciones locativas, renta), destinadas a satisfacer las necesidades de la sociedad y de la acumulación, permitiría la redistribución de la renta nacional reduciendo impuestos sobre el volumen de ventas. El incremento de los costes no tendría que traducirse en un alza en los precios de consumo. Al mismo tiempo, se reduciría la diferencia entre las escalas de precios de los tipos de productos I y II.

Finalmente, el acercar los precios de coste a las evaluaciones o.d. establecería, gracias al carácter concreto y real de éstas, una mejor correspondencia entre las cuentas reales y las cuentas monetarias, lo que incrementaría la influencia del rublo en el análisis económico y el papel de los criterios económicos en la apreciación de la actividad de las empresas y de los sectores, principalmente el criterio de rentabilidad. La rentabilidad debería, en efecto, sustituir a múltiples índices, a veces contradictorios, que quedarían entonces relegados a un papel auxiliar. Así, pues, si las evaluaciones de la producción y de los factores son reales y concretas, la mayor rentabilidad (calculada a partir de las mismas) corresponderá y coincidirá, en lo esencial, con el interés general.

---

36. Ni el ciudadano mejor pagado de la Unión Soviética posee, para sus necesidades personales, una excavadora o un tren de laminar. No puede, pues, pensarse que la variación de los precios de los medios de producción pueda enriquecer o empobrecer a alguien. Todo se reduce a un reparto diferente entre las partidas de ingresos y gastos gubernamentales. Sin embargo es importante saber a qué nivel se fijarán los precios de los medios de producción. La elección de las soluciones económicas depende del mismo, ya que es a partir del cálculo del plan óptimo como hemos llegado al establecimiento de los precios de los medios de producción.

Influencia de las evaluaciones o. d. en la modificación de los objetivos y en la composición de la producción final

El problema de encontrar el plan óptimo de producción tal como ha sido examinado supone que el programa de objetivos está ya definido. Sin embargo, a la vista de las evaluaciones o. d. que resultan del plan obtenido pueden parecer convenientes algunas modificaciones de dichos objetivos.

Así, si en una empresa la producción de ciertos artículos es cara (tiene una evaluación o. d. elevada), es conveniente considerar su transferencia a otras empresas en las que los gastos son menores. Puede ocurrir que si pueden ser reemplazados por otros menos costosos estos artículos desaparezcan de los programas. Un artículo puede también resultar con una evaluación o. d. bastante inferior a la que se le podía suponer y entonces es conveniente aumentar su producción y su empleo. Pero hace falta una demanda de los mismos, puesto que todo gasto debe ser útil.

Para emitir un juicio correcto sobre todas estas cuestiones es importante conocer las evaluaciones de la producción que reflejan correctamente los costes sociales correspondientes a la producción de los bienes, en una palabra, las evaluaciones o. d.

La observación vale también para los programas de producción final global que definen el plan de la economía nacional.

La estructura fundamental de estos programas (parte relativa afectada a las diversas necesidades) está determinada objetivamente por la situación general, los objetivos económico-políticos y la composición de la producción asignada a las necesidades sociales e individuales, estas últimas manifestadas por la demanda de los consumidores.

Sin embargo, los datos económicos pueden requerir determinados ajustes. Por ejemplo, la parte relativa de carne y pescado en el consumo depende de las posibilidades de desarrollo de estos productos y de sus costes. Lo mismo vale para la proporción entre los grandes bloques de viviendas y las viviendas individuales, entre el número de sanatorios y el de hogares.

Los costes de producción juegan un papel importante en el establecimiento de los programas de producción de bienes de consumo individual que dependen, en gran medida, de la demanda, pues ésta misma está influida por la relación de precios.

Es necesario subrayar que si bien en la elección de los procedimientos productivos los factores económicos y, en particular, las evaluaciones o. d. de los gastos juegan un papel decisivo, en las cuestiones relativas a la estructura de la producción final su papel es más borroso y auxiliar. En una palabra, *las relaciones de valores (evaluaciones de los costes) se utilizan básicamente para determinar no lo que ha de producirse, sino cómo producirlo.*

Pero esto no sólo se refiere a la producción final; al contrario, la de bienes intermedios, condicionada a la vez por la producción final y por la elección de los procedimientos productivos, depende de los gastos asociados a su elaboración, es decir, de sus evaluaciones o. d.

La estructura de la parte de la producción final reservada a las inversiones está muy estrechamente condicionada por la coyuntura, reflejada en evaluaciones o. d. Así, la insuficiencia de metal y de cemento (y las evaluaciones o. d. elevadas que son su consecuencia) tiene repercusiones no sólo en el tipo de instalaciones, sino también en la elección de factores y, gracias a ello, en la asignación final de los productos acabados en los que han intervenido estos factores.

Resumiendo, el reparto de la producción final debe ser tal que "la utilidad de los diversos bienes de consumo comparada entre sí y con la cantidad de trabajo necesario para su producción es la que, en definitiva, define este plan".[37] El enfoque seguido va en la misma dirección; y nuestras evaluaciones o. d. no son otra cosa que instrumentos de medida de los costes de trabajo.

Sistemas prácticos para la obtención de las evaluaciones o. d.

Ya hemos dicho que nuestras conclusiones eran también válidas si se considera la economía nacional en su conjunto y que existe, para ésta, un plan óptimo y un sistema de evaluaciones o. d. No obstante, el hallazgo de este plan y estas evaluaciones con los medios utilizados para los problemas más simplificados y esquemáticos que hemos examinado sería dificilísimo. Haría falta reunir en un mismo cálculo los datos relativos a decenas de miles de productos diferentes, elaborados por miles de empresas. Nuestra intención no es, pues, dar aquí un método de cálculo del plan óptimo de las evaluaciones o. d. a escala de la economía nacional, pues esto requiere todavía numerosas investigaciones y trabajo práctico; queremos simplemente esbozar algunos sistemas para obtener evaluaciones o. d. aunque sólo sean aproximadas.

Mejoras parciales del plan y evaluaciones parciales. — Subrayemos ante todo la importancia del análisis precedente relativo a la explotación óptima de recursos aislados o de los recursos de un complejo. Se trataba, recordemos, del reparto de programas, de la distribución de energía o de algunas materias particulares, del reparto de superficies sembradas, de la planificación de los transportes. Además de la utilidad inmediata de estos análisis para la mejora del plan (incremento del volumen de la producción o reducción de los gastos), los resultados obtenidos

37. F. ENGELS, *Anti-Dühring*, Ediciones Sociales, 1950, p. 349.

son esenciales para la elaboración del plan global y el cálculo de sus índices.

Debemos, sin embargo, añadir que estos esquemas de análisis en la práctica son aplicables directamente tan sólo en raras ocasiones. Esto se debe a la necesidad de tener en cuenta simultáneamente un gran número de factores y a que las hipótesis adoptadas, admisibles para problemas aislados (división clara de los gastos en dos categorías para el reparto de los programas, en el capítulo I, sección 1; cargas de un solo tipo para los planes de transporte en el capítulo II, sección 7, etc.) no lo son en todos los casos. Hay que decir sin embargo, que los métodos de elaboración del plan óptimo pueden ser de gran aplicación, pero a condición de no seguir al pie de la letra estos esquemas simplificados.

Hagamos algunas reflexiones sobre las condiciones en las cuales la aplicación de estos métodos puede ser fecunda. Ante todo hace falta que existan varias maneras de realizar el plan. Luego, es necesario que algunos factores principales que determinan las variantes puedan ser aislados, bien porque la elección de las variantes no tenga influencia en los otros factores, bien porque estos últimos no desempeñen más que un papel secundario.

Estas condiciones aseguran cierta autonomía a un sistema dado, lo que permite pasar por alto las otras partes del plan y analizarse el sistema en sí. Pero esta autonomía es, en general, tan sólo relativa e incompleta. Si, por ejemplo, algunas clases de gastos secundarios no se incluyen directamente en los costes en su forma natural, sino en su expresión monetaria, los términos correspondientes dependen de las evaluaciones (precio, precio de coste, evaluaciones o. d.) de los otros factores. Las necesidades de recursos y los componentes de los programas están igualmente condicionados, en parte, por los otros sectores. Finalmente, los datos fundamentales en general, sólo son conocidos de una manera aproximada. Por lo tanto, los resultados y los índices del plan (evaluaciones o. d.) obtenidos no son más que aproximaciones y cambiarían si se calculara con más exactitud la influencia de otros factores o sectores. Además, con frecuencia estas evaluaciones son incompletas (se obtiene la evaluación del trabajo de fabricación de un artículo, pero no del artículo mismo) y no tienen más que un valor local y relativo.

Una mayor autonomía de los esquemas y unas conclusiones mejor fundadas pueden obtenerse mediante el cálculo simultáneo de varios programas. Por ejemplo, será racional examinar los problemas de planificación de los transportes no aisladamente, sino al mismo tiempo que el reparto de programas y el volumen de producción.

Para que este análisis tenga un sentido práctico, los índices deberán ser más exactos y detallados; por ejemplo, para una producción conjunta convendrá partir de los gastos relativos para cada artículo.

A pesar de estas mejoras los resultados del análisis de los problemas complejos aislados serán aproximados y relativos.

Su aplicación, pues, deberá ser matizada, tanto más cuanto que los instrumentos de análisis —las evaluaciones o. d.— permiten examinar varias soluciones que tengan efectos similares. Antes de escoger un plan no deberán olvidarse las circunstancias del caso y las derivaciones de la cuestión eliminadas del análisis.

Pero algunas conclusiones del análisis, por ejemplo la ventaja de un procedimiento productivo sobre otro, pueden estar suficientemente fundadas para servir de base a soluciones prácticas. Las relaciones de las evaluaciones o. d. que resultan de análisis parciales pueden aceptarse si se consigue evaluar la influencia de los elementos exteriores sobre estas relaciones. Es cierto que pueden obtener, si no evaluaciones nacionales al menos algunos datos importantes para su determinación: las evaluaciones relativas del trabajo de elaboración de algunos productos, los valores aproximados de las evaluaciones locativas de los recargos de zonas (transportes) para las diversas clases de producción.

Cálculo de la evaluación o. d. para un modelo general de la economía. — Después de las evaluaciones relativas locales obtenidas en el análisis de los planes parciales es necesario obtener también, aunque sólo sea de manera aproximada, las evaluaciones o. d. a escala nacional de los productos básicos y sus factores de producción. El primer medio que se nos ocurre es la construcción de un modelo simplificado de la economía nacional. De hecho, teniendo en cuenta los índices agregados y los grandes grupos de productos (cereales, metales férricos, etc.) se pueden examinar algunos procedimientos productivos típicos para cada uno de estos grupos de productos. Conviene luego evaluar los gastos en su forma natural y el grado en que el procedimiento productivo se aplica realmente. Añadiendo los recursos de trabajo y los factores naturales, se obtiene al fin el modelo deseado. El plan óptimo relativo a este modelo proporcionará evaluaciones o. d. aproximadas de los diferentes grupos de productos referidas a los principales factores de producción, así como sus evaluaciones o. d. Estas evaluaciones se aproximarían todavía más a la realidad si el mismo análisis se aplicara a las grandes regiones económicas teniendo en cuenta la capacidad de las grandes vías de comunicación que las unen. Pero debemos añadir que para esto sería necesario superar numerosas dificultades inherentes a la elección del modelo y a la obtención de los datos indispensables para el establecimiento de los parámetros del modelo.[38]

---

38. Un ejemplo muy limitado de modelos de esta naturaleza lo proporcionan los modelos de cambios intersectoriales. Cf. a este respecto el apéndice I, págs. 248-250.

Las evaluaciones indicativas obtenidas del plan en curso

Otro medio, quizá más realista, de obtener evaluaciones o. d. aproximadas lo proporciona el análisis de las relaciones económicas reales que se manifiestan en nuestra economía nacional.

Hemos visto que las evaluaciones correspondientes a un plan óptimo dado pueden definirse, corrientemente, a partir de este plan, analizando las soluciones realmente adoptadas y determinando su consistencia (capítulo I, sección 1 págs. 27-29).

Estas evaluaciones o. d., en principio, deben ser válidas para los planes de producción reales, especialmente, para el plan global de la economía nacional.

Como primera aproximación podemos suponer que el plan económico en curso tiene en cuenta la situación real y que, en sus grandes líneas, está justificado. Es decir, puede considerarse que es un plan racional. Por consiguiente, las soluciones económicas sólidamente establecidas, típicas, justificadas por una larga práctica, constituyen bases suficientes para el cálculo de un sistema de evaluaciones aproximadas.

Vamos a demostrar, en ejemplos simples, cómo se puede elaborar, por este medio, un sistema de evaluaciones o. d. Estos ejemplos se exponen simplemente a título de ilustración y sus datos son arbitrarios.

1. Supongamos que en las regiones del norte de la Unión Soviética se explotan sistemáticamente tierras que dan cultivos de trigo de 8 qm por ha. Si se necesitan 10 días de trabajo a 20 rublos por día y los otros gastos son iguales al 80 % de los gastos de trabajo, se puede tomar como evaluación del quintal de trigo:

$$10 \times 20 \times 1{,}8 : 8 = 45 \text{ rublos}$$

En las regiones del sur se obtienen cosechas de 20 qm por ha con 12 días de trabajo y el equivalente a 8 días de trabajo para los otros gastos. Si se retiene la evaluación precedente del quintal de trigo (con costes de transporte despreciables, que no se toman en cuenta en un cálculo aproximado) y la misma evaluación para el día de trabajo, puede calcularse la evaluación o. d. (renta) de una ha de tierra en las regiones del sur. Será igual a $20 \times 45 - 20 \times 20 = 500$ rublos.

2. En las tierras del sur se cultiva algodón. Si la cosecha es de 15 qm por ha, son necesarios 30 días de trabajo a 30 rublos por día y otro tanto en gastos, la evaluación del quintal de algodón será $(2 \times 30 \times 30 + + 500) : 15 = 153$ rublos.

Convendría examinar con más detalle la explotación de las tierras regadas y de las no regadas.

3. En la cuenca hullera de la región *A* el precio de coste de la hulla extraída de un pozo mecanizado es de 50 rublos por t. En otro, menos

productivo, el precio de coste es de 80 rublos por t, pero este pozo no se explota a plena capacidad; su producción puede ser aumentada. Entonces, se pueden tomar 80 rublos por t como la evaluación de la hulla en esta región.

4. En la región *B*, a 1.000 km de *A*, se extrae lignito, de débil poder calorífico, al precio de coste de 75 rublos por t. Una t de carbón de *A* posee el mismo poder calorífico que 2 t de lignito. Sin embargo, a causa de la saturación de los medios de transporte entre *A* y *B*, el lignito se utiliza sistemáticamente en *B*, al mismo tiempo que el carbón proveniente de *A*. Se puede así definir la evaluación o. d. del transporte de 1 t de *A* a *B* en $75 \times 2 - 80 = 70$ rublos. Esta cifra puede ser mucho más elevada que el coste del transporte o la tarifa en vigor.

Esta evaluación elevada del transporte se confirmará si sistemáticamente existe un transporte por carretera cuyo coste es aún superior, digamos 100 rublos por tonelada.

5. La evaluación o. d. de 1 t de metal puede obtenerse de la misma manera. Por una parte, a las empresas más antiguas cuyos gastos son netamente superiores a la media les corresponden una evaluación del metal, supongamos de 750 rublos por t, o sea, 200 rublos más que el precio normal que es 550 rublos. Por otro lado, debido a su escasez no se utiliza el metal en todos los casos en los que sería ventajoso. Por ejemplo, se emplea madera u hormigón armado en la construcción cuando el empleo del metal proporcionaría economías de 300 rublos por t de metal. Comparando con las primeras cifras, se puede decir que la evaluación o. d. de 1 t de metal debe situarse alrededor de 800 rublos.

6. De las evaluaciones o. d. de la producción así obtenidas, se pueden deducir las evaluaciones locativas de algunos tipos particulares de equipo y también de empresas enteras. Sea un complejo metalúrgico que produce mensualmente 300.000 t de acero. Supongamos que hemos definido la evaluación o. d. del acero en 800 rublos por tonelada. Según esto la evaluación de la producción del complejo es $800 \times 300.000 = 240.000.000$ de rublos por mes. Además, supongamos que registramos, en evaluaciones o. d., los siguientes gastos mensuales:

Carbón 400.000 t a 120 rublos t (evaluación en el origen: 90 rublos; transporte 30 rublos)	48.000.000
Mineral 600.000 t, a 50 rublos la t (extraído en el mismo lugar)	30.000.000
Piedra caliza 200.000 t, a 40 rublos la t (evaluación en el origen: 10 rublos; transporte 30 rublos)	8.000.000
Salarios (la evaluación del trabajo se supone igual a los salarios)	38.000.000
Otros gastos	17.000.000
Total	141.000.000

La diferencia entre la evaluación de la producción y los gastos

240.000.000 — 141.000.000 = 99.000.000 da aproximadamente la evaluación locativa del conjunto del complejo.

La rentabilidad obtenida contando esta evaluación locativa como una partida constante (durante cierto tiempo) en los gastos del complejo puede considerarse como un índice suficientemente exacto de su progreso. Si la actividad no sufre modificación, la rentabilidad será nula. Pero puede esperarse que la realización efectiva del plan vaya acompañada de una mejora de las condiciones de trabajo, de una intensificación del proceso de producción gracias a las siguientes medidas:

1. Incremento de la producción, aun si los gastos por tonelada suplementaria son superiores a la media. Basta que sean inferiores a la evaluación o. d., o sea, a 800 rublos.

En efecto, la evaluación de los gastos medios por tonelada de acero es de 141.000.000 : 300.000 = 470 rublos y de 800 rublos si se tiene en cuenta la evaluación locativa. Si los gastos suplementarios son 700 rublos por tonelada suplementaria, esta tonelada proporcionará un beneficio de 100 rublos, puesto que la evaluación locativa está ya totalmente incluida en las 300.000 t de base.

2. Adopción de medidas que reduzcan los gastos por t producida, principalmente, por el empleo de materias primas más próximas a fin de reducir los gastos de transporte.

Es necesario precisar que estas medidas no pueden aumentar la rentabilidad si van acompañadas de una reducción del volumen de producción.

3. Empleo más intensivo de la chatarra en la composición de la carga. La recuperación de la chatarra sería rentable incluso si su precio fuera netamente superior a los precios actuales.

Al determinar las evaluaciones o. d. suponíamos que el plan considerado era óptimo.

Sin embargo, los planes reales no son siempre óptimos. Por ello podemos encontrar resultados contradictorios al intentar definir las evaluaciones o. d. indicativas.

Esto revela imperfecciones en el plan e indica, al mismo tiempo, las correcciones que podrán eliminarlas, mejorar el plan e incrementar así el volumen de la producción total.

En realidad las evaluaciones obtenidas de este modo podrán tener un error probable de un 30-40 %. Estas evaluaciones no pueden entrar más que en los cálculos de tanteo, pero su empleo puede desempeñar un gran papel, pues permitiría eliminar las lagunas más evidentes del plan en curso.

El método para el establecimiento del plan óptimo y para el cálculo de las evaluaciones o. d.

El establecimiento simultáneo de los planes óptimos de todas las empresas, las regiones económicas y los sectores, del plan global de la eco-

nomía nacional y del sistema de evaluaciones o. d. correspondiente es un problema enorme que exige la elaboración de un método especial. Este método no puede ser sino el fruto de los esfuerzos conjugados de un gran número de especialistas y de prácticos. Supone el establecimiento de un sistema de índices técnicos y estadístico-económicos, de un método de tratamiento y de unificación de los datos, de modelos y de métodos de cálculo y, en fin, que se hayan pensado detenidamente la organización y las diferentes etapas de los trabajos a realizar. La puesta a punto de este método es una tarea del futuro. Aquí señalaremos solamente algunas reflexiones referentes a sus particularidades y al camino a seguir.

Tratemos de enumerar sus propiedades fundamentales. Este método deberá:

1. permitir la elaboración a la vez de un esquema del plan y de los índices económicos (evaluaciones o. d.);

2. aplicaciones a diversos niveles: empresas, sovnarjoses, regiones económicas, sectores de producción, en fin, a escala del sector gubernamental de la economía; los resultados parciales deberán ser concordantes con los globales;

3. avanzar en etapas de mejoras sucesivas, logrando mayor consistencia en los planes e índices y coordinando la planificación corriente y la planificación a largo plazo;

4. utilizar en gran medida los resultados de la actividad de los períodos precedentes;

5. dar soluciones no definitivas, sino flexibles y abiertas a mejoras susceptibles de ser introducidas en el plan en curso de realización.

Todo esto no está muy lejos del orden actual de la planificación. La diferencia esencial, que debe subrayarse, es una orientación constante hacia el plan óptimo, la determinación de un sistema de evaluaciones o. d. y también el empleo sistemático de métodos de cálculo para la elaboración del plan óptimo.

La elaboración de tal método puede describirse así:

Se fijan unos objetivos de producción final durante el período considerado, que tendrán en cuenta la coyuntura, las necesidades de los consumidores, las necesidades generales y las inversiones necesarias.

Luego, conviene definir las evaluaciones o. d. indicativas de los diversos bienes y factores de producción, sea por aplicación del método esbozado más arriba, sea por corrección de las evaluaciones del período precedente.

Según los datos generales, se establecen los programas de producción de las empresas teniendo en cuenta los gastos necesarios. Para esto, se descartan las variantes manifiestamente antieconómicas (según las evaluaciones o. d. obtenidas previamente). Con ello se obtiene también el conjunto de procedimientos productivos a considerar.

Se pasa luego a los componentes del plan preliminar por adición de los

programas de las empresas de cada sector, establecidos según sus posibilidades. Finalmente se trazan los balances locales de mano de obra, energía eléctrica, de combustible, de primeras materias y, al mismo tiempo, se obtienen las evaluaciones o. d.

Si resulta que los gastos de ciertas materias primas, materiales, o servicios son superiores a las cantidades producidas, es necesario eliminar su empleo donde esto entrañe las menores pérdidas e incrementar su producción donde no eleve demasiado los gastos por unidad de producto. Las evaluaciones o. d. de estas materias o servicios aumentan. Teniendo en cuenta las nuevas evaluaciones, se procede a la modificación de los programas y a su redistribución entre las empresas. Se realizará así el equilibrio de los balances locales; en ciertos casos se manifiesta claramente la necesidad y racionalidad de incrementar la importación de tal o cual material y, a veces, los recursos de trabajo provenientes de otras regiones.

Al mismo tiempo que el esquema del plan se establece para cada región su propio sistema de evaluaciones o. d., para los diferentes bienes y factores de producción.

Además, se tienen en cuenta los intercambios económicos entre las regiones, el grado de saturación de los transportes y se definen, a partir de aquí, las evaluaciones o. d. de los transportes. Este análisis debe realizarse reagrupando las diferentes clases de productos, aparte de los tipos concretos.

Señalemos que el análisis del reparto de los programas teniendo en cuenta las evaluaciones o. d. locales y las evaluaciones o. d. de los transportes puede suscitar una redistribución de aquéllos entre las regiones. El análisis de las evaluaciones o. d. puede también indicarnos la ventaja que reportaría modificar el reparto de primeras materias, materiales, combustible, energía eléctrica y establecer otras corrientes de intercambios entre las regiones.

De esta manera se llega a una primera aproximación del plan óptimo global y al sistema de evaluaciones o. d. correspondiente.

Conviene luego mejorar este plan, comenzando por la composición de la producción final. Las evaluaciones o. d. obtenidas y los posibles incrementos de producción sugerirán las modificaciones a introducir en los objetivos, permitiendo precisar el crecimiento de la producción y el volumen de inversiones a lograr en el plan. En una segunda etapa se mejora el plan basándose en las evaluaciones o. d. más correctas para los balances y corrientes de intercambio modificadas y también los datos técnicos de partida comprendidos en el primer análisis. Después de este segundo estadio las mejoras y modificaciones deben efectuarse en el curso de la realización del plan.

Desde luego esta descripción es tan sólo un mero esquema preliminar. Este modo de establecer el plan representa una tarea extremadamente compleja, pero que nos parece perfectamente realizable si se ha reflexio-

nado cuidadosamente sobre el método y su modo de aplicación y si se dispone de los índices técnicos y estadísticos indispensables elaborados sobre bases sólidas.

En particular, es necesario tener en cuenta el hecho favorable de que las etapas preliminares se desarrollarán en un plazo bastante largo y que serán realizadas por un gran número de organismos de dirección económica. Si este trabajo se conduce sistemáticamente se podrán utilizar, después del tratamiento apropiado, numerosos datos estadísticos y técnicos del período precedente.

En el curso de las diversas etapas, el empleo de calculadores electrónicos para el trato de las informaciones, el cálculo del plan óptimo y las evaluaciones o. d. reducirá los plazos y garantizará también la buena realización de los trabajos.

El método de planificación descrito tendrá el mérito de facilitar la armonización de la planificación global y la realizada a nivel de las empresas. Las evaluaciones o. d. proporcionarán a las empresas aisladas, en una forma infinitamente más satisfactoria, las características de la situación general de la economía. Por ejemplo, para saber si es favorable reemplazar una tonelada de cobre por 3 de aluminio las empresas de construcciones mecánicas no deberán analizar la producción y las necesidades de cobre y aluminio a escala nacional; tendrán simplemente que calcular, de acuerdo con las evaluaciones o. d. de estos metales, si la medida entraña o no una reducción de los gastos. Según el plan, las empresas aisladas podrán, en caso de no haber correspondencia entre la disponibilidad de materias y sus demandas, efectuar las sustituciones o reducciones menos desfavorables. Además, la necesidad de proceder a tales sustituciones demostrará que la evaluación o. d. del factor en cuestión no estaba definida correctamente (era demasiado débil).

La modificación de las evaluaciones o. d. es uno de los medios de regulación del plan; basta conocer la influencia que ejercen las variaciones de las evaluaciones o. d. sobre el empleo de los factores de producción.[39]

Como consecuencia, el método de las evaluaciones o. d. es un instrumento flexible de mejora del plan que permite mantenerlo en forma permanente cerca del óptimo, adaptándolo a las nuevas exigencias y a los cambios en la situación general de la economía.

El sistema de evaluaciones objetivamente determinadas es homogéneo, simple y suficientemente universal. Da las características sintéticas de la economía nacional en un momento dado. Haría más simple y fácil la búsqueda de la solución óptima que los múltiples sistemas de índices, a menudo contradictorios entre sí, que se utilizan hoy día. El empleo de un

39. Cf. El método de correcciones sucesivas de las evaluaciones (multiplicadores) se describe en el apéndice II, págs. 285 y siguientes.

sistema de evaluaciones o. d. permitiría utilizar de la manera más eficaz todas las posibilidades de producción.

Así, lo importante de los principios de elaboración de un plan óptimo con la ayuda de las evaluaciones o. d. es la coordinación orgánica de las aproximaciones por el método de los balances, por una parte, y por los cálculos en valores, por la otra. En la planificación ambos corrientemente van separados.

Señalemos aún que el proceso de mejoras sucesivas de las evaluaciones o. d. teniendo en cuenta el balance de los bienes económicos descrito anteriormente puede recordar los mecanismos de la competencia en el mundo capitalista. De hecho, son radicalmente diferentes. Aquí, en lugar de la competencia de mercado se trata de la "competencia" de los planes y los procedimientos en el proceso del cálculo de la planificación que se logra sin la menor pérdida material y puede conducirse hasta lograr el plan óptimo equilibrado, que es realizable. La competencia capitalista engendra oscilaciones perpetuas que conducen a desproporciones, enormes pérdidas (sobreproducción, subempleo del equipo, paro) y a crisis periódicas.

En consecuencia, en régimen capitalista no se trata de planificar la utilización de los recursos en interés de la economía nacional. Al contrario, el sistema socialista proporciona la posibilidad, en el proceso del establecimiento del plan, de obtener la mejor concordia entre las necesidades y la producción y un acuerdo que asegure el mayor desarrollo de las fuerzas de producción y la mejor satisfacción de las necesidades materiales y culturales.

Por esto las mejoras futuras de la planificación, el paso a un sistema de planificación óptima y de evaluaciones de la producción correspondientes a los gastos totales deben conducir a una realización más completa de las ventajas del sistema socialista y al aumento del ritmo de crecimiento de las fuerzas de producción.

Las proposiciones infundadas de ciertos economistas de las democracias populares sobre la "mejora" del sistema de planificación por la admisión de elementos espontáneos de la competencia en la actividad de las empresas, son el signo de un error de apreciación de los enormes éxitos ya obtenidos en la planificación y en el desarrollo económico de los países socialistas y de las grandes posibilidades potenciales de perfeccionamiento de la planificación contenidas en la propia naturaleza de la producción socialista la más altamente desarrollada de la historia de la humanidad.

Capítulo III

AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EFICACIA DE LAS INVERSIONES

El problema de la utilización eficaz de los bienes de inversión reviste una importancia capital para el desarrollo de la economía nacional. La rapidez del desarrollo de las fuerzas de producción, el éxito de nuestra economía agrícola e industrial, la afirmación de la superioridad del sistema económico socialista, dependen de él. Un análisis profundo y concreto de la influencia que ejerce la elección juiciosa de los bienes de equipo sobre el ritmo de aumento de la economía nacional ha sido puesto de relieve por N. S. Kruschev en su discurso de inauguración de la central hidroeléctrica V. I. Lenin sobre el Volga.

La multiplicidad de las soluciones técnicas y posibles vías de desarrollo de la producción, la interdependencia de los diversos sectores de la economía, la conexión de los otros grandes problemas económicos con el de las inversiones y también la interferencia de cuestiones de orden político lo convierten en un problema particularmente complejo. Tanto en teoría como en la práctica no pueden esperarse soluciones satisfactorias con métodos rudimentarios. Este problema exige un análisis profundo y total.

Para el capitalista, la eficacia de las inversiones se evalúa en función de los beneficios que proporcionan; éstos se calculan a partir del sistema de precios engendrado espontáneamente en el mercado y de las normas de beneficio.

En la economía socialista planificada la eficacia de las inversiones aparece en el curso del proceso de elaboración del plan de desarrollo de la economía y con ocasión de la elección de las soluciones parciales mantenidas en el marco de este plan. En el momento del reparto de los fondos de inversión y la elección de las inversiones parciales, la cuestión dominante consiste en asegurar el mejor desarrollo de la economía, conforme a las necesidades de la sociedad. Puesto que el plan global y los índices económicos utilizados para su elaboración son el resultado del conjunto de decisiones tomadas por los órganos de planificación, estas decisiones y estos índices no pueden ser arbitrarios. Están objetivamente determinados, por un lado, por el estado y la tarea con que se enfrenta la economía nacional, y por otro, por el conjunto de leyes económicas que rigen la

sociedad socialista. La ciencia económica soviética debe, pues, estudiar estas leyes, profundizar en el conocimiento de los mecanismos de su actuación y aplicarlos de la manera más juiciosa a la resolución de los problemas económicos.

La elección más eficaz de las inversiones reviste particular importancia si se tienen en cuenta las enormes sumas consagradas a la inversión en nuestro país: "desde 1946 hasta 1958 solamente el volumen de inversiones gubernamentales a precios actuales es superior a 1.600.000 millones de rublos. Durante este período, se han constituido y puesto en explotación 12.000 grandes empresas estatales y una cifra superior de pequeñas y medianas.[1]

"Desde 1959 a 1965, el volumen de inversiones gubernamentales aumentará en 1940-1970 miles de millones de rublos, o sea, 1,8 veces en relación a los siete años precedentes lo que es casi igual al volumen total de inversión de capital desde los orígenes del poder soviético." [2]

La definición de la eficacia de las inversiones en las condiciones del socialismo difiere radicalmente de la adoptada en los países capitalistas. Esto impide la transferencia pura y simple de los métodos de cálculo de la eficacia de las inversiones utilizados en la economía capitalista, y hace indispensable un análisis directo de esta cuestión en las particulares condiciones de la sociedad socialista.

En este capítulo nos proponemos elaborar un método de cálculo de la eficacia de las inversiones en las condiciones del socialismo, apoyándonos en el análisis del plan óptimo de inversión.

Primero, consideraremos este problema referido a las inversiones productivas a corto plazo y daremos algunos medios de cálculo (sección 1). Luego, examinaremos la validez de las conclusiones obtenidas en el caso de las inversiones a largo plazo (sección 2). Examinaremos también la cuestión de la aplicación de este método a la práctica de la planificación (sección 3). Finalmente, compararemos el método propuesto con otras concepciones del cálculo de la eficacia (sección 4).

1. *Inversiones a corto plazo: Eficacia normal*

Es bien sabido que la ampliación de la capacidad de producción existente es, con la mejor explotación de la misma, la condición indispensable para el incremento del volumen de producción. Por esto se reserva cada año una parte determinada de la producción final para inversiones, destinadas a la renovación del equipo usado y a la ampliación de la base de producción. "El partido comunista concede extrema importancia a la

1. Cifras oficiales del desarrollo de la economía nacional en la URSS, años 1959-1965. Informe Estenográfico del XXI Congreso del P.C.U.S., tomo II, p. 466.
2. Id., p. 501.

afectación más eficaz de los fondos de inversión que permite, con un menor gasto de bienes, aumentar la capacidad de producción e incrementar el volumen de la producción en los plazos más cortos gracias a un incremento de la productividad del trabajo y a la disminución del coste de producción".[3]

¿Cuál es el criterio de racionalidad de una inversión: una máquina o un equipo nuevo? La primera condición indispensable es que el empleo de la máquina proporcione, a lo largo de su duración, una economía de trabajo al menos igual al trabajo necesario para su fabricación.

No obstante, el número de máquinas de este tipo, y de manera más general, los posibles campos de aplicación de las inversiones es muy elevado, mientras que los medios que pueden utilizarse son limitados. Entre los campos posibles es necesario, pues, escoger aquellos en los que la utilización de los medios disponibles da el efecto máximo. ¿Cómo abordar este problema? La evaluación de la economía proporcionada por las inversiones en el plan de la economía nacional juega aquí un papel fundamental. Pero ya hemos examinado esta cuestión en la sección 5 del capítulo II, y resulta que precisamente la evaluación locativa del equipo da el valor de esta economía.

Es fácil, ahora, comprender el principio de resolución de este problema. Supongamos que tenemos 2 máquinas cuya evaluación o. d. de los gastos de fabricación sea para cada una 100.000 rublos, pero cuyas evaluaciones locativas sean 5.000 rublos por mes para la primera, y 12.000 rublos por mes para la segunda. Aparece claro, entonces, que conviene asignar en primer lugar los medios disponibles a la construcción de la segunda máquina, dado que su puesta en explotación dará una economía mensual de 12.000 rublos mientras que esta economía no sería más que de 5.000 rublos para la primera. Como consecuencia, para resolver el problema, conviene clasificar las inversiones en el mismo orden que sus eficacias, que son iguales a la relación entre las evaluaciones locativas (economías realizadas) y los costes de los medios de producción (en el ejemplo, esta relación es el 5 % por mes para la primera máquina y el 12 % por mes para la segunda). Hay que reservar con prioridad los medios disponibles para las inversiones en las que la eficacia sea más grande, lo que proporciona el crecimiento máximo de la producción neta.[4] Esta conclusión proporciona, en líneas generales, la solución correcta al problema planteado. Se puede aplicar, sin modificación sustancial, a la re-

3. Cifras previstas del desarrollo de la economía nacional de la URSS de 1959 a 1965. Informe del XXI Congreso del P.C.U.S., tomo II, p. 501.

4. Puede presentarse la siguiente duda: ¿Es éste el incremento de producción que conviene? Esta duda no está justificada. Si, con la ayuda de la máquina escogida, podemos obtener un incremento de 12.000 rublos en cierta producción, incremento del que no tenemos necesidad, podemos reducir esta producción a su nivel inicial y liberar mano de obra, materias, etc., y obtener así la cantidad correspondiente de otro producto que se necesita.

solución de las cuestiones relativas a las inversiones realizadas y amortizadas en un período corto de tiempo (algunos meses). Para períodos más largos, el análisis del problema resulta más complejo por varias razones. Entre ellas, la principal se debe a que una inversión realizada bajo cierta forma puede, después de un cierto tiempo, perder toda su eficacia. Éste es el caso, por ejemplo, cuando el sistema de las evaluaciones o. d. evoluciona rápidamente en el tiempo (en particular, la evaluación locativa de un tipo de equipo puede encontrarse disminuida), lo que modifica el grado de eficacia de la inversión. Las modificaciones a realizar en la inversión inicial pueden ser muy costosas o incluso irrealizables.

Además, algunas veces, las dilaciones importantes en la amortización del material y un escalonamiento demasiado largo en las economías realizadas, pueden quitar todo interés a las inversiones de muy larga duración. Finalmente, las inversiones requieren un tiempo determinado para su propia ejecución. Para resolver la cuestión de la racionalidad de las inversiones hemos de tener en cuenta la situación futura, puesto que éstas no empiezan a tener un efecto económico hasta que las máquinas o el equipo correspondientes están en explotación efectiva.

Vamos a demostrar, con ejemplos, cómo puede tenerse en cuenta la influencia de alguno de estos elementos. El primero de estos ejemplos se refiere al caso de inversiones de corta duración en el marco de una producción planificada.

Ejemplo. — En una empresa metalúrgica es necesaria una gran cantidad de instrumentos, herramientas, prensas, etc. no solamente para el mantenimiento de la capacidad de producción al nivel ya alcanzado, sino también para su incremento futuro. Todas las herramientas se reparten en grupos según su clase (cuadro 37). El cuadro da también las economías proporcionadas por las herramientas de cada clase, o las pérdidas correspondientes cuando no se dispone de las mismas. Supongamos que los valores dados corresponden en ambos casos a las evaluaciones o. d. de la producción básica.

Supongamos que la duración de todas las herramientas se toma igual a un mes y que las economías se cuentan sobre esta duración. Estas herramientas se construyen en talleres especialmente reservados de la empresa; el valor de cada herramienta dado en el cuadro es equivalente a su evaluación o. d. Además, restando a la economía proporcionada por cada herramienta el valor de ésta, se obtiene la economía neta. Esta economía es positiva en todos los casos y, en consecuencia, el empleo de todas las herramientas parece ventajoso. El valor total de las herramientas es igual a 310.000 rublos; la economía total proporcionada por su puesta en servicio sería de 516.000 rublos y la economía neta sería igual a 206.000 ru-

CUADRO 37. — *Economías en los gastos corrientes, coste y economías netas de las herramientas*

Herramientas		Economía en los gastos mensuales corrientes (en rublos)	Coste de las herramientas (en rublos)	Economía neta	
				en rublos	en % del coste
tipo	número	para cada herramienta			
I . . .	100	800	500	300	60
II . . .	100	1.200	1.000	200	20
III . . .	500	300	100	200	200
IV . . .	1.000	56	40	16	40
V . . .	200	250	200	50	25
VI . . .	30	2.000	1.000	1.000	100

blos. Pero la cantidad a invertir está limitada a 150.000 rublos.[5] De modo que dicha cantidad determina la capacidad productiva de los talleres de fabricación de estas herramientas. Por lo tanto, no todos los instrumentos solicitados pueden fabricarse. Para escoger los que convendrá instalar, calculemos la eficacia de cada inversión, es decir, la relación entre la economía neta que proporciona (valor locativo, conclusión 19) y su propio valor (evaluación o. d. del coste de fabricación). Las eficacias así obtenidas (expresadas en %) aparecen en la última columna del cuadro 37.

Un gasto de 100 rublos (y, en consecuencia, la ocupación de la parte correspondiente de la capacidad de producción del taller de equipo) para la construcción de herramientas del grupo I proporciona, pues, una economía neta de 60 rublos por mes, mientras que esta economía no es más que de 20 rublos para los instrumentos del grupo II. Por lo tanto, está claro que es necesario, ante todo, construir, por orden de preferencia, las herramientas de los grupos III, VI, I, IV. Se observa que la producción de estas herramientas (el grupo IV está incompleto) agotan la capacidad del taller. Podemos ahora establecer el programa de este taller para el primer mes (cuadro 38).

Si bien no podemos disponer más que del 50 % aproximadamente de la demanda de herramientas, obtenemos cerca del 80 % de la totalidad de las economías netas realizables (168.000 rublos sobre 206.000) gracias a la elección del mejor programa.

5. Suponemos que la expresión en términos monetarios del volumen de producción de cada grupo de herramientas refleja con bastante precisión la parte de capacidad de producción de los talleres de equipo reservada a la producción de estas herramientas.

CUADRO 38. — *Programa de producción del taller de equipo*

Herramientas	Primer mes				Segundo mes			
	Número de herramientas	Coste de producción	Economía en los gastos corrientes	Economía neta	Número de herramientas	Coste de producción	Economía en los gastos corrientes	Economía neta
I	100	50.000	80.000	30.000	100	50.000	80.000	30.000
II	—	—	—	—	—	—	—	—
III	500	50.000	150.000	100.000	500	50.000	150.000	100.000
IV	500	20.000	28.000	8.000	1.000	40.000	56.000	16.000
V	—	—	—	—	150	30.000	37.500	7.500
VI	30	30.000	60.000	30.000	30	30.000	60.000	30.000
Total	1.130	150.000	318.000	168.000	1.780	200.000	383.500	183.500

Establecemos, de manera análoga, el programa para el segundo mes teniendo en cuenta el incremento (planificado) de la capacidad de producción del taller de equipo, elevada a 210.000 rublos. En el curso de este mes se satisfacen no solamente todas las demandas del grupo IV, sino también parte de las relativas a las herramientas del grupo II. El programa correspondiente viene dado en el cuadro 38.

Eficacia normal

Eligiendo sucesivamente las inversiones según su eficacia nos hemos detenido (para el primer mes) en los instrumentos del grupo IV, para los cuales la eficacia era del 40 %. Esta magnitud constituye, para nosotros, la medida de la eficacia de las inversiones que nos han conducido al programa óptimo. De manera más precisa, realizando las inversiones para las que la eficacia era superior al 40 % (I, III, VI) y abandonando aquellas para las que era inferior, hemos obtenido el programa óptimo. Llamaremos a esta magnitud eficacia normal (u objetivamente determinada) de las inversiones y es uno de los tipos de evaluaciones o. d. El hecho de que la eficacia normal sea igual, digamos, al 40 % por mes significa que las cantidades suplementarias invertidas serán empleadas con esta eficacia, es decir, que 100 rublos suplementarios afectados a inversiones proporcionan en un mes 40 rublos de economía neta o, en otras palabras, dan en un mes un incremento de producción, o una economía en gastos, de 140 rublos. Resumiendo: 100 rublos destinados hoy a inversión producen 140 rublos en un mes. Inversamente, la reducción actual del fondo de inversión en 100 rublos comporta una reducción de 140 en el volumen de la produc-

ción durante el mes siguiente. Así, la eficacia normal caracteriza, en las condiciones dadas, la influencia que pueden tener la existencia o ausencia de medios de inversión sobre los resultados del trabajo futuro; da la medida de las economías futuras de trabajo que puede proporcionar el trabajo realizado hoy.

Como toda evaluación o. d., la eficacia normal es concreta. Esto aparece bien claro en el ejemplo ya examinado. El incremento de los medios invertidos ha reducido la eficacia normal hasta el 25 % para el segundo mes (medida de la eficacia de las herramientas del grupo V). Lo mismo ocurre para las otras propiedades de las evaluaciones o. d. como la estabilidad y la realidad. Lo que precede puede formularse así:

Conclusión 23. — *Cuando los medios de inversión a corto plazo son limitados existe una determinada eficacia normal de las inversiones. Si se convierte en regla, es decir, si las inversiones cuya eficacia (relación entre la economía neta obtenida en un mes gracias a las inversiones y el valor de estas últimas) es superior a la normal se realizan y las de eficacia inferior a la normal se difieren, se obtiene el programa óptimo de inversiones. Esto significa que este programa corresponde a la suma máxima de economías realizables con los medios de inversión de que se dispone. La eficacia normal es concreta, está determinada por el conjunto de condiciones: volumen de medios de inversión, posibilidades de utilización y eficacia de las inversiones. Si los medios de inversión aumentan la eficacia disminuye e inversamente, si aquéllos disminuyen ésta se incrementa. La eficacia normal demuestra en qué medida influye, en las condiciones dadas, la existencia de los medios de inversión sobre los resultados del trabajo futuro.*

Señalemos que nuestra conclusión referente a la necesidad de utilizar una sola medida de la eficacia para definir la utilidad de las inversiones se apoya esencialmente en el hecho de que las economías realizadas y el volumen de las inversiones están determinadas por sus evaluaciones o.d. Subrayamos esta restricción, pues la aplicación de esta conclusión basando los cálculos en los precios actuales o los precios de coste estará desprovista de todo fundamento. Las tentativas hechas en este sentido correrían el riesgo de conducir a conclusiones falsas, lo que podría originar dudas sobre su validez.

Por ejemplo, se podría invocar el hecho de una herramienta que no proporciona una economía sustancial pero que es indispensable, puesto que sin ella no se podrían fabricar ciertas piezas en cuyo caso se reduciría el volumen de ciertas producciones. No obstante, si tenemos en cuenta las pérdidas provocadas por la falta de este instrumento, su evaluación locativa aumentará de manera considerable en función de la insuficiencia de la producción de estas piezas; de ello se deriva que la eficacia de esta

inversión será tan elevada que será necesario, con toda seguridad, incluirla en el programa.[6]

Otra posibilidad. — Aunque ciertas herramientas proporcionan economías y operan a una eficacia superior a la normal, no pueden fabricarse, bien porque se construyen con materias en déficit o porque su fabricación exigiría la ocupación de máquinas ya saturadas del taller de producción de equipo. En este caso, si se tienen en cuenta las evaluaciones o. d. elevadas para las materias en déficit y las evaluaciones locativas también elevadas para las máquinas saturadas del taller de equipo, el cálculo señala para estas herramientas una evaluación mucho más elevada (y una eficacia menor) que los cálculos habituales. Si la eficacia es inferior a la normal su utilización en las condiciones dadas efectivamente no es conveniente. Si es superior, la utilización de estos instrumentos es racional y deben fabricarse a pesar de las dificultades encontradas, es decir, conviene liberar las materias y los tiempos de máquina necesarios aun en detrimento de otros trabajos.

Ignoramos si en la práctica se efectúan cálculos parecidos; pero su aplicación parece difícil en ausencia de evaluaciones o. d. La utilización de los precios de coste en lugar de estas evaluaciones puede dar lugar a resultados inaceptables puesto que, principalmente, estos precios no tienen en cuenta, o al menos no de una manera suficiente, la carga del equipo existente. Sin embargo, este elemento es muy importante para la resolución de este tipo de problemas.

La ignorancia de la eficacia normal de las inversiones da lugar habitualmente a que la demanda de herramientas y equipos, cuya utilización parece ventajosa sobrepase en mucho la capacidad de los talleres de equipo. La falta de un método que permita evaluar objetivamente y comparar los efectos de cada equipo tiene como consecuencia, o bien que el ajuste de la demanda a las posibilidades reales se efectúe en gran medida, de manera rutinaria o fortuita, o bien que se satisfaga íntegramente esta demanda en detrimento de otros trabajos de los talleres de equipo. En el primer caso se sufren pérdidas importantes en relación a las que habría que soportar si el problema se hubiera resuelto racionalmente (en nuestro ejemplo, para una reducción arbitraria de la demanda, la economía proporcionada por la puesta en explotación de los instrumentos habría sido de 101.000 rublos en lugar de 168.000 rublos en el programa del cuadro 38, y de 206.000 rublos en la hipótesis en que la capacidad del taller de equipo no hubiera limitado la producción). En el segundo caso, la no concordancia entre los pedidos registrados por los talleres de equipo

6. Además, las demandas de esta clase pueden, desde el principio, excluirse del análisis de la misma manera que las cargas incondicionales del ejemplo de la sección 7, del capítulo II.

y sus posibilidades de producción conducirá a retrasos en la entrega de los instrumentos, provocará paradas y la ruptura del ritmo de trabajo en los talleres de producción.

El aumento de la demanda de instrumentos a los talleres de equipo motiva el que éstos limiten a menudo la producción básica. La utilización a plena carga de los talleres de equipo y la elección de sus programas según el método expuesto anteriormente pueden reducir las pérdidas originadas por la insuficiencia de su capacidad de producción.

En los ejemplos precedentes se plantea, naturalmente, la cuestión de saber si no sería más racional agrandar el taller de equipo aun en detrimento pasajero de la producción ordinaria. Si una máquina tiene una producción básica de 100 rublos su utilización en el taller de equipo daría una producción de bienes de inversión por valor de 100, lo que permitiría obtener a su vez (con los mismos gastos) una producción de un valor de 140 rublos en lugar de 100. Pero este razonamiento no siempre es correcto. La producción por un valor de 100 rublos puede obtenerse inmediatamente mientras que la de 140 no se obtendría más que un mes o un mes y medio después. Si esta producción se necesita inmediatamente, o bien si la entrega de la misma es indispensable para la realización de los trabajos de otras empresas, es perfectamente posible que la producción de un valor de 100 rublos disponible hoy sea preferible a una producción, aún superior a la mitad, pero disponible solamente dentro de uno o dos meses. Por esta razón la conveniencia de agrandar el taller de equipo en detrimento del resto no siempre es cierta; depende de las condiciones concretas. De todas maneras, la utilización más eficaz de las posibilidades de producción de los talleres de equipo es, en todos los casos, una necesidad indiscutible.

El razonamiento que precede debe aplicarse también a otros problemas. Por ejemplo, la construcción de una nueva vía férrea puede permitir incrementar la producción en un grado que compense suficientemente los gastos de establecimiento del nuevo medio de transporte. Pero esta producción suplementaria no se obtendrá hasta después de algunos meses o años y el metal que entra en la fabricación de los raíles tiene que estar disponible inmediatamente y retirado de otras necesidades, lo que no siempre es posible o ventajoso. Se ve, pues, que no todas las inversiones que permitirían aumentar la producción son realizables. No se reserva a la inversión más que una parte de la producción final, definida por la situación general. Esta parte no puede sobrepasar ciertos límites y conviene sea utilizada de la mejor manera.

El problema examinado en el ejemplo precedente reviste un carácter general. En consecuencia las conclusiones obtenidas del análisis de los programas de inversión tienen una importancia general.

En otras palabras, la resolución de este problema en el caso general se basa sobre las mismas consideraciones que en el ejemplo dado. La situación concreta (medios de inversión disponibles, realizaciones posibles),

determina, para el período considerado, la eficacia normal de las inversiones que debe servir de guía en la solución de los problemas individuales. En particular, cuando se comparan dos inversiones, conviene determinar en primer lugar cuál tiene una eficacia mayor. Si en el plan se nos propone una inversión de 1.000 rublos para una producción del tipo I con una eficacia del 20 %, y descubrimos la posibilidad de realizar una inversión de 1.000 rublos para una producción del tipo II con una eficacia del 100 %, será ventajoso sustituir la primera inversión por la segunda. Dado el carácter real de las evaluaciones o. d., los recursos materiales por valor de 1.000 rublos que entran en la realización de la primera inversión pueden ser reemplazados por otros del mismo valor, adecuados para la realización de la segunda. Por su parte, la producción por un valor de 2.000 rublos de productos del tipo II obtenida en el curso del mes siguiente gracias a esta inversión, puede ser reemplazada por productos del tipo I por el mismo valor. Como resultado, sin modificar los gastos en el curso del mes considerado, se habrá obtenido una producción superior.

De lo que antecede resulta claramente que la eficacia normal no puede ser un indicador seguro más que en la medida en que los diferentes medios de inversión, equivalentes según sus evaluaciones o. d. sean intercambiables. Lo dicho no vale, pues para las inversiones muy importantes que modifican las condiciones y el sistema de evaluaciones.

Así, en un momento dado existe una eficacia objetivamente determinada de las inversiones. Su valor se define de tal manera que el conjunto de las inversiones con una eficacia superior a la normal requiere para su realización un volumen de medios exactamente igual a la totalidad de los medios de inversión disponibles. Las eficacias normales pueden ser ligeramente diferentes para distintos sectores de la actividad económica. Son estos valores los que conviene adoptar para la resolución de los problemas particulares referentes a la utilización de los medios de inversión.

Este mismo camino pueden seguirlo también para la determinación de su plan óptimo de inversiones los diversos tipos de unidades: un grupo de empresas, un sector, una región económica.

Técnica del cálculo con el empleo de la eficacia normal

Hablaremos después del posible valor de esta medida de la eficacia. De momento supondremos que la eficacia normal se ha determinado para la economía racional (o para una región económica, un sector, una empresa) tanto para el presente como para el futuro. Demostraremos cómo pueden llevarse a cabo con su ayuda los cálculos relativos a las inversiones.

Recordemos para empezar que si la eficacia normal es del 20 % por mes (por trimestre, por año) en el momento dado, esto significa que una

inversión de un valor de 100 rublos en la actualidad, incrementará la producción hasta 120 rublos en el mes siguiente. De otra manera, el gasto racional de trabajo en el período dado proporcionará una economía de trabajo mucho más importante en el período siguiente (gracias al incremento de su productividad). Por otro lado, éste es el punto de partida para la actualización de los gastos del período siguiente al actual. Así, una suma de 100 rublos disponible hoy es, en cierto sentido, equivalente a 120 rublos disponibles dentro de un mes. Si la eficacia normal se mantiene igual durante el mes siguiente, a esta cantidad de 100 rublos le corresponderá una de 144 rublos (120 rublos + 20 %) o, de manera aproximada, de 140 rublos (100 rublos + 2 × 20 %) en dos meses. Inversamente, 100 rublos disponibles dentro de un mes corresponden a 100 : 1,20 = = 83 rublos disponibles hoy. Ahora que hemos indicado el punto de partida, examinaremos algunos ejemplos.[7]

Ejemplo 1. — En las condiciones del ejemplo examinado anteriormente (p. 146), se considera una máquina-herramienta con una duración de servicio de 2 meses. Su valor es 2.000 rublos y la economía mensual que proporciona es de 1.400 rublos. Desde luego, su coste se cubre en gran parte por las economías que permite realizar, pero ¿es aconsejable su producción teniendo en cuenta la eficacia normal, es decir, los otros posibles proyectos de inversión?

Efectuemos el cálculo reduciéndolo todo al último mes del período considerado (tercer mes) teniendo en cuenta la eficacia normal (40 % para el primer mes y 25 % para el segundo. Cf. p. 148). Obtendremos:

para las cantidades invertidas:

$$2.000 \times (1 + 0{,}40)(1 + 0{,}25) = 3.500 \text{ rublos;}$$

para las economías:

$$1.400 \times (1 + 0{,}25) + 1.400 = 3.150 \text{ rublos.}$$

Lo cual prueba que esta inversión no es conveniente.

Por ello, son de gran importancia tanto el plazo en el que se recupera una inversión como el período en el que actúa (el período de servicio).

Si la eficacia normal mensual es del 30 % una inversión de 1.000 rublos que dé lugar a una economía mensual de 300 durante el curso de medio año, es decir, que se recuperara casi por el doble de su valor, no sería racional. En la práctica, puede efectuarse un cálculo con un grado de precisión suficiente utilizando el interés simple en vez del compuesto.

---

7. Las eficacias del 20-40 % por mes, supuestas en los ejemplos raramente se dan en la práctica. Sin embargo, este nivel de eficacia hace los ejemplos más expresivos. Además, el método de cálculo no depende del nivel de eficacia.

El plazo medio de recuperación de los gastos es de 3 meses y medio. En consecuencia, con la eficacia normal dada (30 %), deberíamos tener $1.000 \times 3,5 \times 0,30 = 1.050$ rublos de economía neta y en cambio no tenemos más que $6 \times 300 - 1.000 = 800$. La inversión no es racional, puesto que pueden hallarse mejores posibilidades de inversión.

Ejemplo 2. — La eficacia normal es del 20 % por mes. Una máquina vale 1.000 rublos; su duración de servicio es 4 meses y la economía mensual 400 rublos. Su plazo de fabricación es 2 meses, y los gastos necesarios se efectúan durante el primer mes.

Después de dos meses, en el momento de su puesta en servicio (en el tercer mes) el coste de esta inversión será $1.000 \times (1 + 2 \times 0,20) = 1.400$ rublos. El plazo (medio) de recuperación de los gastos será un mes y medio. La economía total debería ser pues, al menos, de $1.400 \times 1,5 \times 0,20 = 420$ rublos, pero en realidad no es más que de $4 \times 400 - 1.400 = 200$ rublos. Así, si las economías no se realizan inmediatamente después de efectuar gastos, para que la inversión sea racional su eficacia debe ser mucho más elevada.[8]

Señalemos que los cálculos precedentes pueden presentarse en forma diferente. Podemos anotar, para cada mes, la correspondiente evaluación (coeficiente) para reducir las cantidades (producción o gastos) de este mes al primer mes, según el valor de la eficacia normal.

Después basta comparar, según sus evaluaciones, las economías y gastos correspondientes a la inversión para darse cuenta de si es racional, es decir, de si su eficacia es suficiente en la situación dada. En el ejemplo considerado, con una eficacia normal de un 20 %, estos coeficientes de reducción tienen los valores indicados en el cuadro 39.

De hecho, 100 rublos durante el segundo mes equivalen a $100 : (1 + 0,20) = 83$ durante el primer mes. 100 rublos en el curso del tercer mes equivalen a $100 : (1 + 0,20)^2 = 69$, etc.

Realizando, según los coeficientes del cuadro 39, la reducción al primer mes de las economías y gastos del ejemplo precedente, obtendremos $400 \times 0,69 + 400 \times 0,58 + 400 \times 0,48 + 400 \times 0,40 - 1.000 \times 1,00 = -140$ rublos, lo que significa que la inversión no se justifica y que el proyecto debe abandonarse por ser insuficientemente eficaz (el empleo del interés

8. Este cálculo recuerda los cálculos clásicos a partir del beneficio estándar (en tanto por ciento del capital). La diferencia esencial reside en el hecho de que no consideramos la inversión por sí misma como creadora de nuevos productos, sino solamente como un medio capaz de aumentar la productividad del trabajo, de disminuir los costes y, por ello, capaz de proporcionar un incremento determinado de la eficacia de trabajo. En este sentido el trabajo pasado juega el mismo papel en el capitalismo y en el socialismo. Pero la diferencia entre uno y otro reside en el hecho de que, en el capitalismo, el trabajo pasado no se reencuentra como un simple elemento del coste de la producción futura: deviene la propiedad privada del capitalista y desempeña entonces el papel de un instrumento de explotación.

CUADRO 39. — *Coeficientes de reducción de los gastos y economías al momento origen*

Mes	1	2	3	4	5	6	7
Coeficientes de reducción	1,00	0,83	0,69	0,58	0,48	0,40	0,33

simple y de valores promedio en el primer cálculo explica las diferencias entre los dos resultados).

Ejemplo 3.— La eficacia normal es del 20 %. Hacen falta cada mes 25 herramientas de un tipo determinado cuya necesidad no se pone en duda. Si se construyen por series de 25 su coste unitario será de 40 rublos; si las series son de 50 el coste será de 35; finalmente el coste no será más que de 32 rublos si se construyen por series de 100.

¿Qué series se deben adoptar?

La producción de 25 máquinas-herramientas suplementarias durante el mes en curso supone realizar unos gastos de $50 \times 35 - 25 \times 40 = 750$ rublos. Su producción un mes más tarde costaría $25 \times 40 = 1.000$, o sea, 33 % más y, puesto que la eficacia normal es de 20 %, es preferible optar por las series de 50 herramientas. De igual manera, el paso de series de 50 a series de 100 herramientas comporta un incremento de los gastos igual a $100 \times 32 - 50 \times 35 = 1.540$ rublos para la producción inmediata de 50 instrumentos suplementarios, en lugar de $50 \times 35 = 1.750$ en dos meses. La eficacia es de $300 : 1.450 = 21$ % sobre dos meses, lo que es insuficiente con una eficacia normal del 20 % por mes.

En estas condiciones la mejor solución es producir las máquinas-herramientas por series de 50, cada dos meses.

Conviene subrayar, una vez más, que la eficacia de las inversiones debe calcularse a partir de los evaluaciones o. d. de los gastos necesarios y de las economías obtenidas en contrapartida, y que la eficacia normal está condicionada por la situación económica actual. Si, al contrario, se toma un valor arbitrario para la eficacia normal o bien el valor correspondiente a una situación ya superada, como se hace a menudo en la práctica, todo cálculo no es más que un juego de cifras desprovisto de significado.

Hemos mostrado el método de cálculo de la eficacia de las inversiones cuando las condiciones son más complejas que las de la conclusión 23. Vamos a describir este método en la siguiente conclusión:

Conclusión 24. — *Si la eficacia normal y las evaluaciones o. d. se conocen para todos los intervalos de tiempo en que se ha dividido el período considerado, para determinar la conveniencia de una inversión es preciso: 1) calcular según sus evaluaciones o. d. los gastos necesarios para su realización y las economías resultantes de la puesta en explotación de esta inversión en el curso de cada uno de los intervalos de tiempo; 2) realizar la reducción de todas estas cantidades a uno de los intervalos de tiempo, mediante los valores de la eficacia normal; 3) comparar los gastos y resultados o el ahorro total (la reducción a un intervalo de tiempo dado debe hacerse teóricamente utilizando el interés compuesto, pero en la práctica es posible limitarse al simple).*

Observación 1. — Señalemos que, en el caso particular en que la inversión produce todos sus efectos en el curso del período siguiente, es decir, en las condiciones de la conclusión 23, la conclusión 24 da lugar al mismo criterio. De hecho, si n es el valor de la eficacia normal, C el coste de la inversión y Δ la economía neta realizada (la economía bruta es igual a $C + \Delta$), teniendo en cuenta el coeficiente de reducción $1/(1 + n)$, la comparación de los gastos y las economías obtenidas da

$$C \leqslant (C + \Delta)\frac{1}{1+n}, \quad \text{o} \quad \frac{\Delta}{C} \geqslant n.$$

Observación 2. — Otro caso simple importante es aquel en que la eficacia normal y las economías realizadas son constantes y la inversión tiene una duración de servicio muy larga. En este caso la economía resultante es prácticamente igual a la economía neta y el criterio de racionalidad es el mismo que en el caso precedente: la eficacia de la inversión no debe ser inferior a la eficacia normal. De hecho, si Δ es la economía neta anual, la comparación de los gastos y las economías reducidos al primer año da la condición

$$C \leqslant \Delta\frac{1}{1+n} + \Delta\left(\frac{1}{1+n}\right)^2 + \cdots = \Delta\frac{1}{1+n}\cdot\frac{1}{1-1/(1+n)} = \frac{\Delta}{n}; \quad \text{o} \quad \frac{\Delta}{C} \geqslant n.$$

La relación Δ/C representa la eficacia de la inversión en el caso considerado.

Observación 3. — En el caso en que la duración del servicio de la inversión sea igual a k, si designamos por C^* el valor residual de la inversión después de k, la condición de racionalidad de la inversión es:

$$C \leqslant \widetilde{\Delta}\frac{1}{1+n} + \cdots + \widetilde{\Delta}\frac{1}{(1+n)^k} + C^*\frac{1}{(1+n)^k};$$

en donde C es el coste de la inversión, y $\widetilde{\Delta}$ la economía anual. Esta condición puede ponerse en la forma

$$\frac{\widetilde{\Delta}}{C} \geqslant n + \frac{n}{(1+n)^k - 1}\left(1 - \frac{C^*}{C}\right).$$

En particular, si la inversión no sufre depreciación (C^* es igual a C), el segundo término desaparece y obtenemos la misma condición que en el caso de la observación 2 (aquí $\widetilde{\Delta} = \Delta$). Si, al contrario, el valor residual es nulo, ($C^* = 0$), la condición queda:

$$\frac{\widetilde{\Delta}}{C} \geqslant n + \frac{n}{(1+n)^k - 1}$$

Habitualmente, para una duración del servicio finita, la eficacia de la inversión se emplea (partiendo de la eficacia normal o bien del período estándar de recuperación) en la forma señalada en la observación 1, donde Δ representa la economía neta, es decir, la economía anual teniendo en cuenta la amortización (para renovación). En otras palabras $\Delta = \widetilde{\Delta} - C/k$. En consecuencia, la condición de justificación de la inversión se escribe en la forma:

$$\frac{\Delta}{C} = \frac{\widetilde{\Delta} - C/k}{C} \geqslant n \quad \text{o} \quad \frac{\widetilde{\Delta}}{C} \geqslant n + \frac{1}{k}.$$

Esta condición difiere de la dada anteriormente (que es más exacta) y sólo da resultados parecidos si kn es pequeño, es decir, si la duración del servicio es corta en relación al plazo de recuperación o si kn es muy grande. Por tanto, esta última condición no puede utilizarse para cálculos precisos. El cálculo que hace intervenir los gastos de entretenimiento uniformemente repartidos en el curso de la vida del equipo presenta, si bien en menor grado, las mismas insuficiencias. Sería más exacto contar todos los gastos en el período de su realización, con reducción al origen del tiempo.

Observación 4. — El concepto de eficacia de una inversión conserva todo su sentido cuando su duración de servicio no es ilimitada y la economía anual no es constante. Por eficacia de la inversión entendemos entonces el valor máximo de la eficacia normal para la que esta inversión está aún justificada. En los casos de las observaciones 1 y 2 esta concepción corresponde a la primera, puesto que entonces el valor mayor de la eficacia normal es

$$n = \Delta/C$$

A título de ilustración calculemos la eficacia de la inversión descrita en el ejemplo 1. Su valor está definido por la condición (reduciendo todas las cantidades al primer mes):

$$2.000 = 1.400 \cdot \frac{1}{1+n} + 1.400 \left(\frac{1}{1+n}\right)^2.$$

Resolviendo esta ecuación de segundo grado obtenemos $n = 0{,}257$. La eficacia de la inversión es, pues, del 25,7 %.

Observación 5. — En los casos en que la eficacia normal varía de año en año, la condición de conveniencia de una inversión se escribe en la forma más compleja:

$$C \leqslant \frac{\Delta_1}{1+n_1} + \frac{\Delta_2}{(1+n_1)(1+n_2)} + \ldots + \frac{\Delta_k + C^*}{(1+n_1)\ldots(1+n_k)} = \\ = r_1\,\Delta_1 + r_2\,\Delta_2 + \ldots + r_k\,(\Delta_k + C^*),$$

donde Δ_i es la economía durante el año i, n_i la eficacia normal del año $(i-1)$ al año i, r_i el coeficiente de reducción del año i al origen (año 0).

Observación 6. — Para calcular la eficacia de las inversiones se utiliza a menudo el método consistente en definir el plazo de recuperación para la inversión suplementaria. Si para una inversión dada los gastos anuales corrientes de explotación son iguales a C_1 y la cantidad invertida a K_1, y para otra inversión las cantidades correspondientes son C_2 y K_2, el plazo de recuperación de la inversión suplementaria se define por la fórmula:

$$\frac{K_2 - K_1}{C_1 - C_2} = t.$$

La comparación de la eficacia de las inversiones suplementarias se hace a base de este período: adoptándola como la normal, queda determinado el nivel de eficacia admisible.

Si la duración del tiempo de servicio de la inversión fuera muy elevada, y los gastos corrientes y las cantidades invertidas estuvieran evaluados correctamente (según sus evaluaciones o. d.), la cantidad $K_2 - K_1$ permitiría obtener una economía anual de $C_2 - C_1$, y la eficacia de la inversión sería, según lo dicho anteriormente (observación 1),

$$n = \frac{C_2 - C_1}{K_2 - K_1} = \frac{1}{t},$$

es decir, sería igual a la inversa del plazo de recuperación. Por lo tanto, la comparación de las inversiones según sus plazos de recuperación y normalización bajo estas condiciones equivale a la comparación de las eficacias y a su normalización según la eficacia normal. Por ejemplo, un plazo de recuperación de 5 años corresponde a una eficacia normal del 20 %. La diferencia esencial (y la insuficiencia, en nuestra opinión) de este método en relación al descrito anteriormente (conclusiones 23 y 24), reside en los siguientes puntos: *a*) su aplicación es difícil si las duraciones de servicio son cortas, si el valor de la eficacia varía de año en año, si los gastos de capital se hacen en distintos momentos etc; *b*) sólo mide la eficacia de la inversión suplementaria y no la de la básica; *c*) el plazo normal de recuperación generalmente es convencional, no está definido objetivamente por la situación general como la eficacia normal; *d*) C_1, C_2 K_1, K_2, se evalúan según los precios de coste o los precios corrientes: no reflejan siempre, pues, los gastos totales a escala nacional, lo que podría cambiar radicalmente los valores de t.

Cálculo al variar las evaluaciones o. d.

Cuando las evaluaciones o. d. relativas varían en el tiempo estas variaciones deben tenerse en cuenta en el cálculo de la eficacia de las inversiones. Para dar una idea de la manera de llevar a cabo el análisis en este caso volvemos al ejemplo de la fabricación de máquinas herramientas, que vamos a examinar ahora en condiciones más complejas. Supongamos que la fabricación de las herramientas necesarias exige la utilización de una materia deficitaria en la que sólo es posible gastar 68.000 rublos el primer mes y 88.500 el segundo. Los datos relativos a los gastos en esta materia y el plan óptimo figuran en el cuadro 40.

La necesidad de mantenerse dentro de los gastos indicados para la materia en déficit impone modificaciones al plan del cuadro 38. Para el primer mes las máquinas herramientas del grupo I se reemplazan parcialmente por las del grupo IV que requieren menos cantidad de esta materia y para el segundo mes las del grupo V se reemplazan parcialmente por las del grupo II. La economía realizada se ha reducido.

Para verificar la optimación del programa dado basta determinar las evaluaciones existentes. Indiquemos que se puede tomar 0,76 como coeficiente de reducción de las economías realizadas en el curso del segundo mes, y 1,27 como coeficiente de déficit de la materia. En otras palabras un volumen de trabajos del taller de equipo por valor de 100 rublos debe proporcionar una economía de $100 : 0{,}76 = 132$ en el mes siguiente. Un incremento de los gastos de la materia en déficit de 100 rublos debe tener la misma eficacia que 127 rublos de otros gastos.

No nos ocuparemos de la manera de determinar estas evaluaciones;[9] para establecer la optimación del plan para el primer mes verificamos que, según estas evaluaciones, la fabricación de las herramientas prevista por el plan para dicho mes está justificada: los gastos no superan a las economías. En efecto, para las herramientas del grupo I se tiene:

$$100 \times 1 + 400 \times 1{,}27 = (500 + 300) \times 0{,}76$$

y, para las del grupo III

$$55 \times 1 + 45 \times 1{,}27 < (100 + 200) \times 0{,}76$$

Para el segundo mes se establecen evaluaciones análogas: el coeficiente de reducción de las economías realizadas (durante el tercer mes) respecto a los gastos en el mismo (segundo mes) es igual a 0,84; el coeficiente de déficit de la materia es igual a 1,1.

---

9. Basta utilizar el método dado en el capítulo I (págs. 26-31). Estas evaluaciones pueden obtenerse, por ejemplo, comparando las producciones y los gastos para los medios no utilizados enteramente en el plan óptimo. Si estas evaluaciones son r y d., se tienen las ecuaciones: $100 + 400\ d = 800\ r$ (I); $30 + 10\ d = 56\ r$ (IV); de donde r es igual a 0,76; $d = 1{,}27$.

CUADRO 40. — *Plan de producción del taller de equipo teniendo en cuenta las materias deficitarias*

Máquinas herramientas	Coste de una herramienta (y de la materia deficitaria por herramienta)	Economía neta por herramienta (en rublos)	Número de herramientas		Valor de las herramientas (y de la materia) (en rublos)		Economía neta total (en rublos)	
			Mes					
			1.º	2.º	1.º	2.º	1.º	2.º
I	500 (400)	300	80	100	40.000 (32.000)	50.000 (40.000)	24.000	30.000
II	1.000 (200)	200	—	20	— —	20.000 (4.000)	—	4.000
III	100 (45)	200	500	500	50.000 (22.500)	50.000 (22.500)	100.000	100.000
IV	40 (10)	16	750	1.000	30.000 (7.500)	40.000 (10.000)	12.000	16.000
V	200 (120)	50	—	50	— —	10.000 (6.000)	—	2.500
VI	1.000 (200)	1.000	30	30	30.000 (6.000)	30.000 (6.000)	30.000	30.000
Total					150.000 (68.000)	200.000 (88.500)	166.000	182.500

Podemos reducir estas evaluaciones a la misma unidad, correspondiente a los gastos del primer mes. Así, las economías obtenidas en el transcurso del tercer mes podrán compararse a los gastos del primero con el coeficiente $0{,}76 \times 0{,}84 = 0{,}64$. De la misma manera, para la materia obtenemos el coeficiente $0{,}76 \times 1{,}1 = 0{,}84$.

Obtenemos, finalmente, el sistema de evaluaciones dado por el cuadro 41. (En lo que respecta a las cifras entre paréntesis, véase *infra.*)

A partir de estas evaluaciones se puede medir fácilmente la utilidad de un procedimiento productivc para el que los gastos y las economías derivadas del mismo ocurren en tiempos diferentes.

Sea una máquina herramienta con un valor de 2.000 rublos (incluido el coste de la materia en déficit por un valor de 800 rublos) que puede fabricarse en un plazo de 2 meses (50 % de los gastos en cada mes) y proporcionar, en el curso del tercer mes, una economía de 3.000 rublos. ¿Es

CUADRO 41. — *Evaluaciones relativas reducidas al primer mes*

	Mes		
	1.°	2.°	3.°
Evaluaciones de los gastos y economías	1,00 (1,00)	0,76 (1,00)	0,64 (1,00)
Evaluaciones de la materia	1,27 (1,27)	0,84 (1,1)	—

ventajosa su fabricación? Refiriendo los gastos y las economías el primer mes, obtenemos:

gastos: $600 \times 1{,}00 + 400 \times 1{,}27 + 600 \times 0{,}76 + 400 \times 0{,}84 = 1.900$ rublos

economías: $3.000 \times 0{,}64 = 1.920$ rublos

La fabricación de esta herramienta está justificada.

El cálculo se puede realizar de una manera diferente: se puede calcular, a partir de las evaluaciones relativas a cada período, los gastos y las economías para cada uno de ellos y luego, sobre la base de los coeficientes globales, realizar la reducción a un período común dado. Tomando como unidad para cada intervalo de tiempo un rublo de gastos y economía (salvo para la materia en déficit), obtenemos, para las evaluaciones relativas, las cifras indicadas entre paréntesis en el cuadro 41. Los coeficientes de reducción al primer mes serán: 0,76 para el segundo, 0,64 para el tercero (0,84 para la reducción del tercer al segundo mes). A estos coeficientes corresponden eficacias normales de 32 % ($1 : 0{,}76 = 1{,}32$) para el primer mes y 19 % ($1 : 0{,}84 = 1{,}19$) para el segundo.

El cálculo de los gastos y las economías tomará entonces la siguiente forma:

gastos: $(600 \times 1{,}00 + 400 \times 1{,}27) + (600 \times 1{,}00 + 400 \times 1{,}1) \times 0{,}76 =$
$= 1.900$ rublos

economías: $3.000 \times 0{,}84 \times 0{,}76 = 3.000 \times 0{,}64 = 1.920$ rublos

Conviene señalar que cuando las evaluaciones relativas cambian, como en el caso considerado, los coeficientes de reducción a un mismo período de tiempo o bien los correspondientes niveles de eficacia de las inversiones dependen esencialmente de la unidad escogida para las evaluaciones de cada período. Así, en el ejemplo dado, la unidad de evaluación escogida era el rublo de gastos salvo para la materia en déficit; eligiendo otra unidad los coeficientes de reducción y las eficacias habrían sido diferentes.

El método de cálculo expuesto aquí puede utilizarse para el análisis de las inversiones a corto plazo, cuando es necesario tener en cuenta las variaciones de las evaluaciones relativas.

La cuestión de la eficacia de las inversiones a corto plazo está relacionada directamente con la del establecimiento del plan óptimo de producción para varios períodos de tiempo, que tiene en cuenta los recursos existentes de los diversos factores de producción y los datos relativos a la composición de la producción. La diferencia con el problema de la planificación para un solo período de tiempo viene de que los gastos correspondientes a los bienes de producción (inversiones) tienen lugar durante un período, mientras que la producción se obtiene en el curso de otros períodos. Tanto las condiciones impuestas por la limitación de los recursos existentes como las necesidades en lo que respecta a la producción obtenida se establecen para cada uno de los períodos. Naturalmente, es importante, el período en el curso del cual se dispondrá de una producción determinada. Por esta razón, los factores de producción y la producción final de cada período deben considerarse como elementos particulares e independientes. Entonces el problema del establecimiento del plan de producción para una sucesión de varios períodos es idéntico al del establecimiento de un programa óptimo de producción para el que el número de producciones diferentes y el de factores de producción se ha multiplicado por el número de períodos que abarca el plan. Es natural, en consecuencia, que el plan se caracterice aquí también por un sistema de evaluaciones de los factores y de los productos (diferentes para cada período), a las cuales debe conformarse el plan óptimo de empleo de los medios de producción.

Estas evaluaciones serán interdependientes y comprenderán no solamente la reducción de las diversas clases de producciones y gastos a un equivalente común, sino también la reducción de los gastos y las economías a un solo y mismo período de tiempo. Puede procederse de manera diferente: escoger una escala única para todos los períodos, tomar por unidad, por ejemplo, la evaluación de un producto, de un factor, o de un conjunto de productos para cada período y modificar proporcionalmente las evaluaciones del conjunto de productos y factores. Pero entonces no puede juzgarse directamente, a partir de las evaluaciones obtenidas, sobre la utilidad de los medios de producción empleados. Es indispensable calcular los coeficientes de reducción de todos los períodos a uno solo o, lo que es lo mismo, calcular el valor de la eficacia normal de las inversiones cuando se pasa de un período a otro. Estos coeficientes no representan otra cosa que las evaluaciones del estándar establecido en el sistema inicial (y dependen, en consecuencia, de la elección del mismo). Anteriormente se han dado dos ejemplos de evaluaciones de este tipo (cuadro 41).

Resumamos estas consideraciones en las siguientes conclusiones.

Conclusión 25. — *El plan óptimo de producción elaborado para una sucesión de períodos (plan de inversiones) se caracteriza por un sistema dinámico de evaluaciones, es decir, por un sistema de evaluaciones de*

todas las clases de producciones y de factores para cada período. Como regla general, estas evaluaciones varían tanto en valor absoluto como en valor relativo cuando se pasa de un período a otro. Pueden darse bajo dos formas: bien reducidas a un período, o bien bajo forma de evaluaciones relativas para cada período, con los coeficientes comunes de reducción a un período dado (lo que es equivalente al cálculo de la eficacia normal al pasar de cada período al siguiente).

Según estas evaluaciones todos los procedimientos productivos utilizados (en el curso de períodos sucesivos) en el plan óptimo están "justificados", son (rentables) y los no utilizados tienen una rentabilidad inferior o a lo sumo igual a la justificada.

Conclusión 26. — *Si para un programa dado se ha determinado el sistema dinámico de evaluaciones que le caracteriza, para juzgar la utilidad de un procedimiento productivo en el curso de varios períodos, basta comparar la producción esperada en toda su duración con los gastos previstos por el plan realizando su reducción a un solo período, conforme al sistema dinámico de las evaluaciones. También se pueden calcular la producción y los gastos partiendo de las evaluaciones obtenidas para cada período, reduciendo los datos obtenidos a un mismo período según los coeficientes de reducción o las normas de eficacia. Cuando las evaluaciones relativas pueden suponerse constantes el cálculo se simplifica y se lleva a cabo simplemente a partir de las normas de eficacia y de las evaluaciones para un solo período (Cf. conclusiones 23 y 24).*[10]

Otros ejemplos de cálculo de la eficacia de las inversiones

Daremos todavía algunos ejemplos del análisis de las inversiones a corto plazo, en los que se supone que las eficacias normales y el sistema dinámico de las evaluaciones se conocen bajo una forma u otra.

Ejemplo 4. — Una caldera consume 20 t de fuel por día. Se quiere reemplazar por otra alimentada con gas que tendría un consumo de 25.000 m^3 por día. El coste de la nueva caldera y su instalación es de 250.000 rublos (en evaluaciones o. d.); el plazo de instalación es de 4 meses. La evaluación o. d. del fuel, teniendo en cuenta su transporte, es de 200 rublos por t, la del gas de 20 por 1.000 m^3. La eficacia normal es del 10 % mensual. Conviene verificar la utilidad de la medida propuesta.

La economía mensual (calculada según las evaluaciones o. d.) sería de $30 \times (20 \times 200 - 25 \times 20) = 105.000$ rublos. Dada la larga duración

10. El tratamiento matemático de estos problemas se efectúa en el apéndice I (pp. 253-254); un ejemplo del cálculo figura en el apéndice II (pp. 297-302).

de servicio de la caldera la economía neta sería prácticamente igual a la bruta. La evaluación del coste total de la caldera hasta el momento de su puesta en explotación sería 250.000 $(1 + 4 \times 0{,}10) = 350.000$ rublos. La eficacia de la inversión sería, pues, igual a $105.000 : 350.000 = 30\,\%$. Es evidente que esta medida es ventajosa.

Si la evaluación del gas fuera de 120 rublos por 1.000 m^3, y el gas se utilizara totalmente para la industria química, por ejemplo, esta inversión no sería rentable.

Ejemplo 5. — La estructura de los gastos para la producción de una pieza en una empresa de construcción de maquinaria es la siguiente: materias 25 %, gastos de mano de obra y de explotación 25 %, evaluación locativa 50 %. La acumulación de un stock de piezas necesario para la producción de dos semanas y como consecuencia la organización de un ritmo continuo de trabajo proporcionan un incremento del 10 por ciento del volumen de la producción, sin modificación de los efectivos de trabajo y sin aumento en los gastos de explotación. Sólo sufrirán un incremento proporcional los gastos en materias ¿para qué valor de la eficacia normal es racional esta medida?

Supongamos que la producción mensual de la empresa tiene un valor de 1 millón de rublos. Después de la aplicación de estas medidas la producción tendrá un valor de 1.100.000 rublos. Los gastos se incrementarán únicamente para las materias, en 25.000 rublos, por lo que se realizará una economía neta de 75.000 rublos por mes. El coste del stock de dos semanas de piezas, que es ligeramente inferior al valor de los artículos terminados producidos durante el mismo tiempo (puesto que las piezas que forman el stock corresponden a la fase inicial del proceso de producción), es, digamos, de 350.000 rublos. Entonces la eficacia de esta medida será de $75.000 : 350.000 = 21\,\%$ por mes. En consecuencia, esta medida sólo será ventajosa si la eficacia normal no sobrepasa el 20 % por mes.

Este complejo se basa en cifras arbitrarias, pero que se aproximan bastante a la realidad. Desde luego, en muchas fábricas, no existen stocks normales de piezas y la constitución de los mismos podría incrementar sustancialmente el volumen de la producción.[11] En realidad, como lo demuestra este cálculo, los recursos invertidos son, en estas condiciones,

---

11. En la fábrica "Obreros de Bakú" por ejemplo, se han observado durante ciertos meses de 1956, pérdidas de producción del 16 % debidas a rupturas en los ritmos de producción y a un incremento de los costes de algunos productos del 2,6 % a 106,1 % (cf. A. E. ALIBEKOV, "Influencia del trabajo continuo sobre el coste de la producción", en la colección *Organización y planificación del trabajo uniforme en las empresas de construcción de maquinaria*, Mashguiz, 1958, p. 130). Posibilidades aún superiores de incremento de la producción gracias a la mejora de la planificación fueron previstas por V. I. GORBUNOV en su intervención en el XXI congreso del P.C.U.S.: "Puede decirse con completa seguridad y sin exageración que la entrega en los plazos y conforme a los programas establecidos de piezas aisladas complementarias, de equipo, metales y otras

varias veces más eficaces que muchas otras inversiones. Por esto, las posibles referencias a estos stocks tachándolos de superfluos no son fundadas.

Con frecuencia, se han dado instrucciones directas sobre la necesidad de acumular stocks normales, en las fábricas y muchas veces así se ha hecho. No obstante, muy a menudo, se han consumido al llegar a fin de mes para realizar o incluso sobrepasar los programas. Como consecuencia, al fin de cada mes y al principio del siguiente, el trabajo no se efectuaba en condiciones normales. La causa de esto no estaba solamente en la interrupción del abastecimiento, sino también en los métodos empleados para realizar el plan. El hacerlo simplemente aumentando la producción, trae como consecuencia el consumo de los stocks. Desde luego, esto es un progreso sobre el método basado en el valor de la producción que llevaba a ciertas empresas a acumular productos semiacabados e incompletos. Un método más preciso que los dos anteriores consistiría en un cálculo en el que la producción de semiacabados se relacionará con la de productos terminados, pero sólo dentro de los límites establecidos por los stocks programados. El tener en cuenta, en esta estimación, la producción de semiacabados dentro de los límites del plan permitiría pasar del índice de producción corriente a un índice de producción neta cuya utilidad ya ha sido reconocida en la sección 1, del capítulo I.

Un problema parecido al que acabamos de mencionar es el de las interrupciones en el proceso productivo para los trabajos de entretenimiento y de preparación del trabajo cuando entrañan una disminución del volumen de la producción en el período en curso. La eficacia de estos trabajos, generalmente, es superior a la normal, aun en el caso de que las evaluaciones o. d. de las pérdidas de producción que resultan sean muy elevadas. La negligencia de estos trabajos realizando al mismo tiempo inversiones de una eficacia infinitamente menor jamás está justificada, puesto que comporta inevitablemente pérdidas severas en un futuro próximo. A pesar de esto este problema aún no se ha resuelto convenientemente en cierto número de empresas. La razón está, en parte, en la insuficiencia de los índices de producción de las empresas: los índices de producción corriente o del valor de la producción no reflejan la importancia de los trabajos de preparación y de entretenimiento llevados a cabo en el período en curso.

Finalmente, en numerosos casos, la constitución de stocks de productos terminados es esencial para asegurar el trabajo de ciertas empresas. La ganancia que resulta de la mejor satisfacción de las necesidades de las empresas gracias a estos stocks compensa, a menudo de sobra, el coste de almacenamiento del material en reserva. Un ejemplo característico lo proporciona el almacenamiento temporal de las planchas que han servido

---

materias permite incrementar la producción de buques en un 20-30 %, sin inversiones suplementarias, con el mismo equipo y los mismos efectivos laborales" (*Informe*, tomo I, p. 372).

para imprimir un libro con vistas a una tirada suplementaria en el caso de que la venta del mismo demuestre su utilidad y necesidad. El perjuicio que resultaría de la ausencia de esta precaución (excedente de libros con una tirada exagerada, e insatisfacción de las necesidades de los lectores en caso de una tirada demasiado reducida) es, en todos los casos, mucho más elevada que la pérdida resultante de la constitución de un stock de metal durante algunos meses. Incluso con una evaluación o. d. del metal tipográfico muy elevada la eficacia de esta medida es al menos de varios centenares por ciento mensuales.

Ejemplo 6. — La construcción de una central térmica puede realizarse en uno o dos años. La aceleración de la construcción requiere algunos gastos suplementarios (construcción durante el invierno, satisfacción de las necesidades de materiales a un mayor número de constructores, etc.), pero la central podrá entrar en explotación un año antes. Los gastos y las cifras de producción para las dos variantes se dan en el cuadro 42.

CUADRO 42. — *Gastos de construcción de una central eléctrica y de producción de energía eléctrica*

Posibilidades de construcción	Gasto en construcción y equipo (miles de rublos)		Gastos de producción de energía				Producción de energía eléctrica (miles de kWh)	
			Carbón (miles de t)		Otros gastos de explotación (miles de rublos)			
	Años							
	1.º	2.º	2.º	3.º	2.º	3.º	2.º	3.º
Un año	110.000 (30.000)*	—	300	500	10.000	15.000	600.000	1.000.000
Dos años	50.000 (20.000)	50.000 (20.000)	—	300	—	10.000	—	600.000

* Las cifras entre paréntesis indican los gastos correspondientes a la evaluación locativa del material de construcción de la central.

Es suficiente efectuar la comparación de las variantes en una duración de 3 años, puesto que después de este plazo ambas funcionan a su plena capacidad y los resultados de explotación serán prácticamente idénticos.

Para proceder a este análisis, es necesario poseer las evaluaciones dinámicas de las diversas clases de producción y gastos contenidos en el cuadro 42. Supongamos que estas cifras se conozcan a escala de la economía nacional (o de la región económica).

CUADRO 43. — *Evaluaciones dinámicas*

Clase de producción y de gastos	Evaluaciones reducidas al primer año y coeficientes de reducción					
	Años					
	1.º		2.º		3.º	
Carbón (por t)	—		80	(100)*	64	(100)
Energía eléctrica (por 1.000 kWh) .	—		84	(105)	61	(95)
Coste de construcción y gastos de explotación (en rublos) (coeficiente de reducción)	1,00	(1,00)	0,8	(1,00)	0,64	(1,00)

El cuadro 43 indica las evaluaciones, reducidas al primer año, suponiendo una eficacia normal del 25% por año (el coeficiente de reducción al año precedente es 0,8) y, entre paréntesis, las evaluaciones para cada año. Las cifras del cuadro reflejan una baja en la evaluación de la energía de 105 a 95 rublos (reducción del déficit). Para los gastos, evaluados en forma monetaria, se han indicado los coeficientes de reducción al primer año.

Partiendo de esas cifras se establece, igual que anteriormente, el cálculo de los gastos de construcción y de la rentabilidad de la explotación de las centrales para las dos variantes, reduciéndolo todo al primer año.

Costes de construcción

Variante I:

110.000 millares de rublos . . . . 110 millones de rublos

Variante II:

50.000 + 50.000 × 0,8 = 90.000 millares de rublos . . . . . 90 » » »

Rentabilidad en los tres años

Variante I:

2.º año: 600.000 × 84 — 300.000 × 80 — — 10.000.000 × 0,80 . . . . . 18,4 millones de rublos

3.er año: 1.000.000 × 61 — 500.000 × × 64 — 15.000.000 × 0,64 . . . 19,4 » » »

Total . . . . . 37,8 » » »

Variante II:

3.er año: $600.000 \times 61 - 300.000 \times$
$\times 64 - 10.000.000 \times 0,64$ . . . 11,– » » »

Como el cálculo muestra, el aumento en $110 - 90 = 20$ millones de rublos del coste de la construcción de la variante I con relación a la variante II da como contrapartida un incremento de la rentabilidad de $37,8 - 11,0 = 26,8$ millones de rublos (todas las cantidades se han reducido al primer año).

Según esto, la aceleración de la construcción es recomendable.

Los elementos de la situación (factor de inmovilización de los bienes de producción, importancia de la reducción de los plazos de producción de energía eléctrica, teniendo en cuenta el hecho de que su déficit es particularmente importante en el período más próximo, etc.), que tienen una influencia determinante en la elección de la solución se reflejan en el cálculo a través de las evaluaciones dinámicas y de la eficacia normal. De esta manera, este cálculo (con la condición de que los datos indispensables sean accesibles) permite tener en cuenta, de forma cuantitativa y objetiva, todos los elementos cuya apreciación habitualmente es puramente cualitativa. Si la decisión referente a la aceleración de la construcción se hubiera adoptado prescindiendo de este cálculo, lo habría sido siguiendo consideraciones diversas, en cuyo caso no se habría tenido en cuenta su rentabilidad. El cálculo demuestra (teniendo en cuenta la eficacia de las inversiones y también otros factores) que esta aceleración es rentable.

Conviene señalar que, para que este análisis sea correcto, el cálculo debe apoyarse no solamente en la eficacia normal de las inversiones, sino también en las evaluaciones o. d. De no ser así no se habría tenido en cuenta el déficit en energía eléctrica y, por tanto, su elevada evaluación o. d., y el resultado del cálculo habría sido totalmente diferente. El coste de la inversión también habría sido otro. Así, en el cálculo de la variante I, se han tenido en cuenta, junto a partidas importantes de gastos suplementarios, los gastos menores en lo que respecta a la evaluación locativa del material utilizado para la construcción de la central. Esto es natural ya que la aceleración de la construcción permite una explotación más intensiva de este material. En los cálculos habituales, en los que no entra la evaluación locativa, la construcción acelerada no estaría en tan buena posición. La introducción de la norma de eficacia de las inversiones en los cálculos (como se ha practicado en el nuestro) reviste igualmente una gran importancia pues así se tiene en cuenta implícitamente la facultad de emplear, además, los medios inutilizados.

Aunque establecido con datos arbitrarios el ejemplo que acabamos de dar es característico. Como lo demuestran suficientemente las resoluciones del partido y del gobierno relativas a la construcción, a menudo se ha

subestimado la importancia y la utilidad para la economía nacional de la aceleración de la construcción; no se ha considerado el perjuicio causado por la dispersión de medios en un gran número de obras con plazos de terminación demasiado largos. El empleo de métodos basados en la eficacia normal de las inversiones y las evaluaciones dinámicas permitiría un cálculo de los plazos de construcción, el establecimiento de un orden de prioridad y la distribución racional de los medios a fin de obtener el mejor rendimiento global.

Hay una opinión muy extendida según la cual gran número de decisiones han de tomarse sin ninguna consideración económica. Como ejemplo se cita el caso de las inversiones cuya necesidad es muy apremiante y que es absolutamente preciso realizar en los plazos más breves posibles sea cual sea el informe económico. De hecho en casi todos estos casos el cálculo económico lleva a la misma conclusión. Por ejemplo, es bien sabido que los primeros ejemplares de calculadores electrónicos proporcionaron economías del orden de un centenar de millones de rublos, sin hablar de los efectos que no pueden evaluarse.[12] Es claro, en consecuencia, que el aumento de su coste incluso del orden del 50-100 %, es decir, de algunos millones de rublos, estaría plenamente justificado, si permitiera adelantar en 6 meses su puesta en explotación. Sólo con un análisis superficial (basado exclusivamente en el precio de coste de las máquinas) se habría podido llegar a la conclusión de que esta medida no era económica. Un análisis correcto (parecido al que acabamos de realizar) demostraría que, en este caso particular, toda inversión con vistas a la reducción del plazo de fabricación tendría una eficacia de varios miles por cientos anuales.

2. *Inversiones a largo plazo*

Características de las inversiones a largo plazo

Hasta aquí hemos considerado las inversiones a corto plazo, es decir, aquellas que quedan fuera de uso después de una duración de servicio relativamente corta. Para evaluar los resultados de su utilización se podía, en consecuencia, limitar el análisis a un corto intervalo de tiempo. Hemos procedido igual para inversiones de duración superior al período considerado pero para las que la utilidad podía medirse en un corto período (ejemplos 4, 6). Un período de tiempo puede calificarse de corto si, en el

12. En 1958, el ahorro proporcionado por el empleo de calculadoras electrónicas era ya próximo a 1.000 millones de rublos. Cf. discurso de F. R. Kozlov en el curso del XXI congreso del P.C.U.S. (*Informe*, tomo II, p. 135).

curso de su duración, no se producen modificaciones importantes en la situación, principalmente en la naturaleza de los programas, en la distribución de la producción final y en los procedimientos productivos.

El análisis de los problemas referentes a las inversiones a largo plazo no difiere, en principio, del relativo a las inversiones a corto plazo. En particular, bajo la forma general en que se ha dado, la conclusión 24 se aplica plenamente, como veremos luego, a las inversiones a largo plazo. No obstante, en la práctica, esta aplicación tropieza con serias dificultades.

Las soluciones parciales basadas en el análisis de la eficacia de las inversiones no pueden obtenerse sin referencia a la totalidad del problema; están estrechamente relacionadas con el plan de la economía nacional en conjunto. Por esta razón los índices determinados por el plan general, como las evaluaciones o. d. y la eficacia normal de las inversiones, constituyen las bases necesarias para todo análisis relativo a las inversiones.

Para las inversiones a corto plazo en ausencia de modificaciones importantes hemos visto que se podían utilizar en los cálculos las evaluaciones o. d. y las eficacias normales del momento o bien sus variaciones previstas para el corto período de tiempo considerado. Para las inversiones a largo plazo el problema es incomparablemente más complejo, cualquiera que sea la mejora en el grado de precisión de las previsiones y la confianza que se les asigne.

Esto se debe al hecho de que los valores y la dinámica de las evaluaciones o. d. dependen estrechamente del conjunto de condiciones y, en particular, de la distribución de la producción final. Ésta está condicionada por una multiplicidad de factores, inclusive por las decisiones políticas y la situación general.

La manera socialista de industrializar el país concede prioridad al desarrollo de la industria pesada (medios de producción), signo distintivo del poder de una nación, que determina una gran demanda de metales, lo que se traduce en una alta evaluación de éstos. En consecuencia, las inversiones masivas en la industria siderúrgica durante el período de industrialización, no solamente eran necesarias, sino que un análisis económico correcto habría demostrado que poseían un elevado grado de eficacia y de rentabilidad, aunque el cálculo basado en los precios corrientes de la época (que no correspondían a la situación real) hubiera demostrado su no rentabilidad.

Sólo se podía prever el crecimiento en la necesidad de tractores y máquinas agrícolas que se manifestó durante el período 1931-33, teniendo conocimiento de las decisiones relativas a la colectivización de las explotaciones agrícolas. Por lo tanto, este material tenía una evaluación elevada en el plan conjunto de la economía, y el cálculo, si se hubiera efectuado correctamente, habría revelado la gran eficacia de las inversiones efectuadas en 1928-1930 en las fábricas de tractores y en las de construcción de maquinaria agrícola.

Aparece claro, según lo que precede, que las eficacias y las evaluaciones o.d. no definen de ningún modo, al igual que los otros índices de valor, la política de inversiones, sino que, condicionadas objetivamente por la situación general y los objetivos perseguidos, son instrumentos indispensables para la realización de esta política y, según la feliz expresión de A. F. Zassiadko, los criterios de eficacia no deben ser considerados como reguladores, sino como mecanismos activos y precisos de la planificación de la economía nacional.[13]

En esta perspectiva, los cálculos económicos propuestos no entran en conflicto con las decisiones de orden general; al contrario, ofrecen el mejor medio para llevarlas a la práctica.

Resumiendo, puede decirse que si en la elección de lo que se debe producir (producción final) el cálculo económico sólo juega un papel secundario, desempeña un papel realmente esencial en la elección de los mejores métodos a poner en acción para obtener la producción deseada.

En consecuencia, el carácter y la dirección de las inversiones a largo plazo no pueden definirse más que en el marco de decisiones generales de orden económico y político.

En el proceso de realización de un plan según las directrices generales del partido, el cálculo de la eficacia debe jugar un papel muy importante especialmente en el examen de los problemas más específicos pero esenciales como son la elección de la utilización de las clases de materias primas, de los procedimientos tecnológicos, del tipo de empresa, el grado de concentración y de especialización, etc. Se verá, por otra parte, que estos problemas deben resolverse en el marco del plan general.

Si el cálculo de la eficacia no puede efectuarse con gran precisión, las estimaciones aún groseras de las evaluaciones o. d. y de la eficacia normal, permitirán evitar frecuentes errores. Estos errores se manifiestan por la inclusión en el plan de inversiones de poca eficacia, cuyo capital invertido no se recuperará hasta después de muchos años; mientras que inversiones con una eficacia incomparablemente más elevada no se han realizado por falta de medios, o bien lo han sido pero con gran lentitud. Se observa igualmente que ciertas obras permanecen paradas incluso después de haber sido provistas de medios importantes y que las empresas nuevamente constituidas no se explotan a plena capacidad. Estos hechos demuestran las deficiencias en la elección de las inversiones.

La importancia de los capitales a invertir juega un papel tan importante como el precio de coste de la producción en la resolución de los problemas referentes a la eficacia de nuevos procedimientos productivos. No obstante, este problema ha sido poco discutido.

De ello resulta que las cuestiones relativas a la elección del volumen de capitales a invertir y a la manera de considerar el coste de las inver-

13. *Informe*, XXI Congreso del P.C.U.S. de la URSS, tomo II, p. 77.

siones en los cálculos económicos encuentran opiniones y prácticas diversas.

Hay opiniones según las cuales los índices sintéticos utilizados reflejan también este aspecto del problema, ya que la importancia de los capitales invertidos interviene en los precios de coste a través de las amortizaciones. Sin embargo, para la gran mayoría de los economistas y técnicos, la inclusión de la depreciación no refleja exactamente el factor tiempo y el grado de ocupación de los medios invertidos. Por ello, se acostumbra establecer, al mismo tiempo que los índices de precios de coste, los índices específicos de la inversión; pero éstos no tienen más que una importancia de segundo orden, o bien sólo intervienen de manera cualitativa. Esto hace singularmente costosa la elección de una solución correcta y objetiva, ya que es difícil buscar una solución parcial y tener en cuenta, al mismo tiempo, el conjunto de la situación económica y las otras posibilidades de inversión y, en consecuencia, la atracción ejercida por tal o cual perspectiva del proyecto puede enmascarar el aspecto económico del problema.

En un análisis cuantitativo, las dificultades encontradas en la aplicación de los índices específicos de inversión son particularmente agudas cuando las comparaciones según los precios de coste de una parte y según los índices específicos por otra conducen a conclusiones contradictorias. Es natural, en estas condiciones, que se intente una aproximación objetiva unificando estos índices en uno sintético. Frecuentemente se han efectuado tentativas en este sentido.

Para el cálculo de la eficacia de las centrales hidroeléctricas, por ejemplo, se ha incluido en el precio de coste un porcentaje determinado del valor de la inversión realizada. Pero este porcentaje se escogía de manera bastante arbitraria (2,5 %; 6 %) y no sobre la base del análisis general de la eficacia de las inversiones. En consecuencia, este cálculo era probablemente más perjudicial que útil, pues daba la impresión de que se había tenido en cuenta el efecto total de la ocupación de los medios de inversión, lo que en realidad no era el caso.

Cálculos de esta naturaleza se han utilizado en la planificación de vías férreas.[14] Numerosos organismos encargados de establecer los proyectos han utilizado como índice de comparación de posibles variantes el plazo de recuperación de las inversiones suplementarias (en lo que respecta a este índice, cf., p. 158).[15] Este método ha gozado de gran difusión en el curso de los últimos años, en los que se ha recomendado su empleo.

Después de lo que precede aparece claro que los datos de base para la elaboración de los planes de inversión son el volumen global de los medios de inversión, el crecimiento y la estructura de la producción final y la dirección general de las inversiones de capital.

14. Cf. M. M. Protodiakonov, *Inspección y Proyecto de Ferrocarriles*, 1934.

15. Volveremos sobre ello en la p. 214 cuando lo confrontemos con nuestro enfoque.

El problema de la eficacia de las inversiones no puede separarse de los otros problemas económicos de la planificación.

En primer lugar, los problemas relativos a la eficacia de las inversiones y a la comparación de inversiones entre sí sólo pueden analizarse correctamente en relación con la planificación global a largo plazo. En definitiva, el plan general está constituido por el conjunto de inversiones parciales. Por otra parte, el examen aislado de una inversión parcial no puede arrojar luz sobre la necesidad misma de esta inversión, ni su comparación con las otras soluciones posibles puede tener en cuenta el equilibrio de los medios de inversión disponibles y las necesidades que pueden existir.

En el cálculo de la eficacia de una inversión no pueden olvidarse los datos de la planificación en curso, puesto que su conocimiento permite juzgar en qué medida los medios de producción existentes se utilizan correcta y plenamente, apreciar la necesidad de incrementar estos medios en ciertas direcciones y medir sus efectos.

Finalmente, si se quiere evaluar el efecto económico de las inversiones y el producto obtenido por las mismas, así como los gastos correspondientes a su realización, es indispensable evaluar correctamente las diferentes clases de productos y servicios.

En consecuencia, el problema de las inversiones está íntimamente relacionado con el cálculo de las evaluaciones de los gastos y la producción, medidos en el marco de la economía nacional, y con los problemas de formación de precios.

Sin embargo, los problemas planteados por la inversión están condicionados ante todo por la estructura del plan de desarrollo de la economía.

El plan a largo plazo de la economía nacional en la sociedad socialista se dirige hacia el desarrollo de las fuerzas de producción que aseguran el crecimiento máximo de ésta y de su capacidad para la mejor satisfacción de las necesidades de la sociedad basándose en la utilización más completa y racional de los recursos. Es decir, que este plan debe representar, en principio, el plan óptimo.

La naturaleza del sistema socialista permite asegurar la más completa y racional utilización de los recursos. Por ello este plan óptimo es plenamente realizable; las leyes que rigen su existencia son las leyes reales del desarrollo de la economía.

Esquemáticamente, el problema del establecimiento del plan nacional se plantea en los términos generales siguientes:

Los recursos al principio del período de planificación son conocidos. Sobre la base de la situación general tanto política como económica el problema que se plantea a la economía es el del estudio de las necesidades de la sociedad, que definen la estructura de la producción final y su distribución para atender el consumo personal y las necesidades de la sociedad, así como la elección de la parte de producción que debe destinarse

a inversión. Partiendo de los datos técnicos de la producción y de su posible desarrollo y, en particular, de los pronósticos relativos a los progresos técnicos y a la apropiación de los recursos naturales (prospección de yacimientos), se pueden describir de manera cuantitativa los medios de producción disponibles. El plan elaborado sobre la base de estos datos debe proporcionar el crecimiento más rápido de la producción y de la capacidad productiva en la dirección deseada y asegurar la satisfacción de las necesidades corrientes de la sociedad.

En estas condiciones está claro que el problema de la planificación a largo plazo tiene numerosos puntos comunes con el de la planificación de las inversiones a corto plazo examinado en el párrafo precedente, lo que sugiere la posibilidad de seguir el análisis antes expuesto. Pero las grandes dimensiones de este problema, la enorme cantidad de datos, la inmensidad del número de procedimientos productivos imaginables, la dificultad en la realización de algunos de éstos, la necesidad de prever los futuros desarrollos de la técnica y de la organización de la producción, la dependencia del plan de una multitud de factores extraeconómicos, todo esto no permite una aplicación inmediata y a la letra de los métodos de cálculo descritos en la sección 1, para la elaboración del plan y las evaluaciones que le correspondan (volveremos más adelante sobre este problema).

Pero, a pesar de todo, puede esperarse que los rasgos típicos de la solución del problema de la planificación óptima a lo largo del tiempo —existencia de evaluaciones cuantitativas que caracterizan un plan óptimo según se ha visto anteriormente al analizar los problemas concretos de la planificación a corto plazo— se encuentren también en las situaciones infinitamente más complejas como la que acabamos de considerar. Así, a todo plan óptimo a largo plazo normalmente debe corresponderle una dinámica bien definida de evaluaciones objetivamente determinadas y un valor único, variable en el tiempo, de la eficacia normal de las inversiones.

Como anteriormente, estos índices pueden darse:

— bajo la forma del sistema dinámico de evaluaciones reducidas al mismo período,

— bajo la forma del sistema dinámico de evaluaciones definidas para cada período y reducidas a una misma unidad, acompañado del sistema de eficacias normales (que varían a lo largo del tiempo).

Si las evaluaciones varían relativamente poco, puede ser suficiente, para caracterizar aproximadamente el plan óptimo, la obtención de un solo sistema de evaluaciones para la producción y el valor de la eficacia normal para el paso de cada período al siguiente. La caracterización del plan óptimo se simplifica todavía más si se supone que la eficacia normal permanece constante.

Suponiendo que el plan a largo plazo de la economía nacional esté

en estudio y que se hayan determinado sus indicadores económicos básicos (en particular la dinámica de las evaluaciones y los valores de la eficacia normal), demostraremos cómo se puede realizar el análisis de la eficacia de las inversiones parciales y extraer conclusiones, en lo que respecta a su utilidad, a partir de aquellos indicadores (cf. conclusiones 23-26).

Este análisis se simplifica notablemente si podemos prescindir de las evaluaciones relativas y realizar (de manera aproximada) el cálculo sólo según el valor de la eficacia normal. Es el caso de la mayoría de los ejemplos que siguen donde la eficacia normal se ha supuesto constante.

Ejemplos de cálculo de la eficacia de las inversiones

Vamos a demostrar, en algunos ejemplos de inversión a largo plazo, cómo puede resolverse aproximadamente el problema de su racionalidad.

Ejemplo 7. — Existen dos tipos de máquina de una capacidad de producción dada. Para las máquinas *A* el gasto inicial es de 500.000 rublos y la duración de servicio 5 años. Los gastos de explotación son 500 rublos por día. Para las máquinas *B* el gasto inicial es de 1.000.000 rublos y la duración de servicio 10 años. En lo que respecta a los gastos de explotación, las máquinas *B* permiten una economía del 20 % en relación a las máquinas *A*. Conviene definir en qué condiciones la utilización de uno u otro tipo de máquina es racional, e igualmente en qué condiciones es racional reemplazar las máquinas del tipo *A*, ya en servicio, por máquinas del tipo *B*.

A primera vista parece que conviene siempre recomendar el empleo de máquinas del tipo *B* puesto que los gastos de capital son parecidos en ambos casos, teniendo en cuenta las respectivas duraciones de servicio, y que los gastos de explotación son sensiblemente menos elevados en el segundo caso.

Para buscar una solución más matizada del problema efectuaremos el cálculo para varios valores de la eficacia normal.

Sea una eficacia normal del 20 % por año. En primer lugar calcularemos la economía anual que es igual a $360 \times 500 \times 0{,}20 = 36.000$ rublos. Luego procedemos a calcular la diferencia entre las cantidades invertidas en 10 años, reduciéndolas al mismo momento. La inversión es de 1.000.000 de rublos si se escoge una máquina *B*. Si se elige una máquina *A*, es de 500.000 rublos a desembolsar inmediatamente, y 500.000 a los 5 años, lo que equivale a 250.000 rublos actuales (puesto que 100.000 rublos disponibles hoy con una eficacia igual al 20 % equivalen a 200.000 rublos disponibles en 5 años),[16] o sea, en total 750.000 rublos.

16. Sería más correcto utilizar el interés compuesto. Sin embargo, teniendo en cuenta que con toda probabilidad la eficacia normal disminuirá durante el período de tiempo considerado, en definitiva habríamos obtenido aproximadamente el mismo resultado.

Así, se economizan 250.000 rublos en la inversión. Una inversión por una cantidad igual a esta suma permitiría obtener, con una eficacia del 20 %, una economía anual de 50.000 rublos. En consecuencia, con esta eficacia normal, la economía anual de 36.000 rublos es insuficiente y será más racional utilizar las máquinas del tipo *A*.

Cuando las máquinas *A* ya están en explotación y se trata de reemplazarlas por las del tipo *B* más modernas los gastos de primer establecimiento para las máquinas *A* ya se han efectuado y la diferencia entre las sumas invertidas es igual a 750.000 rublos, lo que muestra que este reemplazamiento está lejos de ser racional con una eficacia normal del 20 %. Reproduciendo el mismo cálculo para otros valores de la eficacia normal (o bien, procediendo a un análisis algebraico) llegamos a la conclusión de que las soluciones buscadas dependen del valor de la eficacia normal. De hecho:

1. Si la eficacia normal es superior a 16 % es más racional utilizar las máquinas del tipo *A*.

2. Si la eficacia normal es inferior al 16 %, pero superior a 6 %, es más racional utilizar las máquinas del tipo *B* para las instalaciones nuevas. Sin embargo, el reemplazamiento de las máquinas *A* ya en servicio por las del tipo *B* no es racional. Así, aunque las máquinas *A* sean obsoletas es racional proseguir su explotación allí donde existan.

3. Si la eficacia normal es inferior al 6 % entonces es racional utilizar las máquinas *B* no solamente para las instalaciones nuevas, sino también donde quiera que haya máquinas *A* en curso de explotación.

Señalemos que, sin una comprensión clara del papel de la eficacia normal, a menudo se ha hecho propaganda de la utilización de equipos complejos y caros que proporcionaban una economía de trabajo y de materias relativamente débil. Si se hubiera calculado la eficacia a menudo se habría obtenido una sobrevaloración de éstos, pues el equipo no estaba evaluado a su valor total al no intervenir en el establecimiento de los precios el déficit de materias primas y otros factores. El argumento a menudo esgrimido era que esta clase de equipo se utilizaba en algunas empresas de vanguardia en el extranjero, lo que, evidentemente, era un argumento insuficiente. Es necesario añadir que la eficacia efectiva era aún más baja debido a que esta clase de equipo no se utilizaba a plena capacidad.

Además, puesto que este equipo se utilizaba en las nuevas empresas, se tendía naturalmente hacia el inmediato reemplazamiento y desmontaje de los tipos antiguos de equipo por considerarlos depreciados. Como demuestra nuestro ejemplo precedente, una conclusión no puede de ninguna manera tomarse como base para otra.

Hay que decir que estas tentativas de directores individuales encontraban una resistencia natural por parte de los órganos centrales y, de hecho, el desmantelamiento de equipo sólo se realizó en pequeña escala.

El carácter irracional del mismo se confirmó notablemente durante la segunda guerra mundial, cuando una gran parte del equipo obsoleto, ya desmontado, fue puesto de nuevo en uso con éxito.

Así, en nuestros días, a pesar de un importante movimiento hacia el empleo de medios de tracción eléctricos y diesel más modernos, se prevé todavía la explotación durante un cierto número de años de las locomotoras a vapor existentes (ventajosas en líneas de tráfico poco intenso).

La solución correcta a estas cuestiones sólo es posible si se considera la eficacia normal.

Ejemplo 8. — Existen dos variantes de un puente en proyecto: uno de madera y otro de piedra. Ambos satisfacen las condiciones técnicas requeridas. El coste del puente de madera es de 1.000.000 de rublos, su duración de servicio 10 años y los gastos de entretenimiento 20.000 rublos en promedio al año. El coste del puente de piedra capaz de la misma carga útil es de 2.500.000 rublos, su duración de servicio 50 años, y los gastos de entretenimiento 5.000 rublos por año.

¿En qué condiciones es racional elegir uno u otro de estos proyectos? Calculemos los gastos por año de servicio para una y otra variante:

para el puente de madera:

$$(1.000.000 + 10 \times 20.000) : 10 = 120.000 \text{ rublos por año,}$$

para el puente de piedra:

$$(2.500.000 + 50 \times 5.000) : 50 = 55.000 \text{ rublos por año.}$$

La ventaja del puente de piedra parece indiscutible.

En realidad la cuestión no es tan simple y su solución dependerá de la eficacia normal. Tomemos por ejemplo una eficacia normal del 10 % por año. Comparemos los gastos:

1. De un puente de piedra por un período de 10 años.
2. De la construcción de un puente de madera, su explotación y la construcción al cabo de 10 años de un puente de piedra.

En ambos casos se obtiene aproximadamente el mismo resultado desde el punto de vista de la satisfación de las necesidades.

Para comparar los gastos, debemos reducirlos a un mismo momento. Obtenemos:

En el primer caso

Coste del puente de piedra	2.500.000 rublos
Gastos de entretenimiento (50.000 rublos, reducidos al momento dado [17])	35.000 rublos
Total	2.535.000 rublos

En el segundo caso

Coste del puente de madera	1.000.000 rublos
Gastos de entretenimiento (20.000 rublos, reducidos al momento dado)	140.000 rublos
Gastos, después de 10 años, para la construcción de un puente de piedra (2.500.000 rublos, reducidos al momento dado)	1.250.000 rublos
Total	2.390.000 rublos

Para valores más elevados de la eficacia normal, la diferencia, en favor del puente de madera sería aún más importante. Así, cuando la eficacia normal es igual o superior al 10 %, la solución mejor consiste en construir el puente de madera. Si los 1.500.000 rublos economizados hoy se utilizan para abrir una nueva mina que, de lo contrario, no sería puesta en explotación por falta de medios y la eficacia de esta última es del 40 %, los resultados dados para la producción suplementaria en 10 años sobrepasarán varias veces los gastos necesarios, al término de este plazo, para construir un puente de piedra. Nos guardaremos mucho de deducir de este análisis que conviene construir en todas partes puentes de madera y no de piedra. Las relaciones de gastos pueden ser diferentes y entonces la construcción de un puente de madera puede no ser económica. Además, en muchos casos, el puente de madera no satisfará las mismas condiciones técnicas que el de piedra, lo que llevará a desechar la variante en madera aunque sea más económica. Sin embargo, en este último caso, antes de escoger la variante en piedra (o en metal o cemento armado), no hay que olvidar que es la variante menos económica (y no la más económica como demostraba el primer cálculo) y convendrá comparar la economía en materias en un caso con las ventajas técnicas del otro. Esto nos sugiere la observación de importancia general de que el afán desmedido por las construcciones monumentales de que adolecen muchos de nuestros pro-

17. Estos gastos, como promedio, se efectúan en un plazo de 5 años y la cantidad de 35.000 rublos disponible hoy equivale a 50.000 disponibles dentro de 5 años si la eficacia normal es igual al 10 %. Puede efectuarse un cálculo más exacto utilizando el interés compuesto.

yectos es profundamente nefasto, pues priva de medios para realizar inversiones más eficaces. Hay que buscar la causa de este comportamiento en cálculos económicos deficientes que ignoran la eficacia normal.

Nos parece que si pueden producirse en el terreno de la arquitectura, excesos de este tipo, es porque no se ha concedido al aspecto económico de los problemas la atención que merece.

Vamos a ilustrar los rasgos principales del cálculo de la eficacia a partir de la dinámica de las evaluaciones en el ejemplo siguiente.

Ejemplo 9. — Supongamos que se trata de determinar la eficacia de las cantidades invertidas en la creación de un nuevo taller para incrementar, utilizando un nuevo procedimiento técnico, en 100.000 unidades la producción diaria de cierto artículo *A*. Los gastos por unidad de *A* son 10 unidades de la materia *B* y 10 días de trabajo. Conviene definir la eficacia de esta inversión suponiendo conocidos el plan general óptimo a largo plazo y la dinámica de las evaluaciones que le corresponde, dados por el cuadro 44.

Conviene precisar que las evaluaciones indicadas en este cuadro están reducidas a un mismo período (primer año). La disminución de la evaluación del trabajo no significa, en absoluto, una reducción de salarios. Puesto que las evaluaciones de la producción disminuyen mucho más rápidamente que las del trabajo, los datos del cuadro muestran que se prevé un incremento importante de la productividad del trabajo, que deberá ir acompañada de un aumento de los salarios reales.

Tal disminución de la evaluación del trabajo demuestra, en realidad, que un gasto racional en trabajo en el momento actual permite obtener una economía de trabajo mucho mayor en el futuro, lo que lleva a una evaluación mayor del trabajo realizado en el curso de un año que la correspondiente de un trabajo similar en el curso del año siguiente.

Señalemos que el valor del equipo, después de 5 años, no representa su coste de fabricación en este momento, sino su evaluación, teniendo en cuenta su depreciación física y económica.

Recordemos también que para simplificar, los gastos relativos al nuevo procedimiento tecnológico se suponen constantes.

Para la determinación de la eficacia calculamos como anteriormente la economía total (rentabilidad) resultante de la puesta en servicio del nuevo taller por el período considerado de 5 años (reducida al primer año). Restando los gastos de la evaluación de la producción de cada año, sumando y multiplicando por el número de unidades, obtendremos:

$$100.000 \times [(500 - 10 \times 10 - 10 \times 20) + (420 - 10 \times 8 - 10 \times 18) + (350 - 10 \times 6 - 10 \times 16) + (280 - 10 \times 4 - 10 \times 14) + (200 - 10 \times 3 - 10 \times 12)] = 100.000 \times (200 + 160 + 130 + 100 + 50) =$$

$$= 64.000.000 \text{ de rublos.}$$

CUADRO 44. — *Evaluaciones reducidas al primer año (entre paréntesis, las evaluaciones para cada año)*

Producto o factor	Años				
	1.°	2.°	3.°	4.°	5.°
Artículo *A* (por unidad)	500	420 (503)	350 (507)	280 (465)	200 (380)
Materia *B* (por unidad)	10	8 (9,6)	6 (8,7)	4 (6,6)	3 (5,8)
Trabajo (por unidad) .	20	18 (21,3)	16 (23,1)	14 (23,2)	12 (23,1)
Equipo de taller (en rublos)	70.000.000	—	—	—	15.000.000 (29.000.000)
Eficacia normal (en %)	20	20	20	15	15
Coeficiente de conversión al primer año .	1,0	0,83	0,69	0,60	0,52

Al mismo tiempo, los gastos relativos a la inversión son iguales a 70.000.000 — 15.000.000 = 55.000.000 de rublos.

El cálculo demuestra, pues, que la eficacia de la inversión es positiva.

Se puede efectuar un cálculo análogo utilizando las evaluaciones para cada período, reduciéndolas a un mismo período, con ayuda de los coeficientes de reducción o de los valores de la eficacia normal.

Señalemos aquí que el cálculo correcto de la eficacia depende también, esencialmente, del empleo de las evaluaciones o. d. Si, por ejemplo, en lugar de las evaluaciones o. d. del artículo producido, que comprenden la evaluación locativa del equipo e, igualmente, la relación entre las necesidades y el volumen de la producción de este artículo, se considerara el precio de coste establecido según las normas habituales o un precio derivado de ellas el resultado del cálculo de la eficacia sería otro distinto. Esta inversión podría aparecer con una eficacia pequeña o incluso nula.

La eficacia de una inversión, raramente puede obtenerse tan sólo por el examen aislado del problema particular; como regla general esta eficacia depende estrechamente de la situación general de la economía y del plan para todo el país. En los ejemplos anteriores, esto se tuvo en cuenta utilizando los índices económicos (eficacias normal y dinámica de las evaluaciones) del plan de conjunto de la economía nacional. En otros casos, la congruencia con el plan de conjunto puede establecerse a través de los datos del plan para un sector particular (volumen de la producción, abastecimiento, recursos disponibles para inversiones). Un planteamiento de este tipo puede ser útil si no se dispone todavía del plan a largo plazo y sistema de índices (eficacias normales y evaluaciones o. d.) o bien si se trata de mejorar un plan ya establecido para el sector en cuestión. En

este caso conviene establecer directamente un plan óptimo a partir de los datos disponibles.

Para elaborar este plan, el sistema de evaluaciones o el valor de la eficacia normal están determinados intrínsecamente dentro de los límites del sector considerado (grupo de empresas). Estas evaluaciones pueden utilizarse para corregir el plan parcial. Además, la comparación de estos índices con los análogos para el conjunto de la actividad económica o para otros sectores (grupo de empresas) puede proporcionar las bases necesarias para la revisión de los datos del plan (redistribución de los objetivos y de los recursos).

Examinemos un ejemplo de esta naturaleza.

Ejemplo 10. — En una región económica el sector de la industria extractiva está dotado de medios rudimentarios. El número de obreros ocupados por este sector es de 2.000. La cantidad anual extraída por obrero es 1.000 t; el salario anual es un obrero es de 10.000 rublos. El precio de 1 t de mineral, en el lugar de explotación, es de 20 rublos, es decir, que el valor de la producción anual de un obrero es 20.000 rublos. Para aumentar la producción se decide mecanizar las operaciones de extracción. Se autoriza, en la primera etapa, una inversión por un valor de 80.000.000 de rublos, debiendo aportarse el equipo complementario por medio de fondos provenientes del propio sector. El número de obreros del sector permanece constante. Se puede disponer de dos tipos de máquinas para la mecanización de la extracción: las máquinas *A* y *B*, cuyas características se reproducen en el cuadro 45.

CUADRO 45. — *Eficacia de la utilización de las máquinas*

Máquinas	Número de obreros ocupados	Productividad anual (en rublos)	Gastos de explotación, excepto salarios (en rublos)	Duración de servicio (años)	Coste (en rublos)	Producción por obrero (en rublos)	Gastos de producción y salarios por 1.000 rublos de producto (en rublos)	Amortización por 1.000 rublos de producción (en rublos)	Coste de 1.000 rublos de producción (en rublos)
A	10	800.000	60.000	5	800.000	80.000	200	200	400
B	20	3.200.000	60.000	20	8.000.000	160.000	81	125	206

¿Qué tipo de máquina conviene escoger? Como se ve en el cuadro, en cuanto a productividad del trabajo y coste de producción, la máquina *B* es superior a la *A* y, por tanto, aparentemente debe ser la preferida. Pero una solución de este tipo sería superficial pues olvidaría un elemento importante: el volumen de inversión en la máquina *B*. En el caso examinado,

no se indica la eficacia normal, pero al estar dado el volumen de medios a invertir, puede determinarse. Calculemos la evaluación locativa y la eficacia de cada tipo de máquina. Para las máquinas *A*, tenemos: 10 obreros que, ocupados por cada máquina A, si trabajan con los medios primitivos, obtienen $10 \times 20.000 = 200.000$ rublos de producción. Por tanto, el coste de la producción adicional obtenida como resultado de la mecanización será:

$$800.000 - 200.000 = 600.000 \text{ rublos}$$

Gastos anuales:

$$160.000 + 60.000 = 220.000 \text{ rublos}$$

(amortización y gastos de explotación, exceptuando los salarios).

La economía neta (y la evaluación locativa) proporcionada por la utilización de una máquina *A* es $600.000 - 220.000 = 380.000$ rublos por año. La eficacia de la inversión es, pues, de $380.000 : 800.000 = 47\,\%$.

Para las máquinas *B*, la producción suplementaria tiene un valor de:

$$3.200.000 - 400.000 = 2.800.000 \text{ rublos}$$

Economía neta (evaluación locativa):

$$2.800.000 - 400.000 - 60.000 = 2.340.000 \text{ rublos}$$

La eficacia de la inversión es de $2.340.000 : 8.000.000 = 29\,\%$.

Para simplificar el cálculo no hemos efectuado la reducción a la misma duración de servicio, lo que nos habría obligado a un cálculo diferente de la amortización. De todas maneras, las conclusiones no se habrían modificado. Los resultados obtenidos demuestran que será ventajoso empezar la mecanización por la instalación de 100 máquinas del tipo *A*, lo que empleará la mitad de los efectivos; 1.000 obreros continuarán la extracción con ayuda de medios primitivos. Ya que la facultad de utilizar eficazmente otras máquinas *A* no ha desaparecido, la eficacia normal será de 47 %. La acumulación anual (sin contar las anualidades de amortización) será de: $1.000 \times 20.000 + 100 \times 800.000 - (2.000 \times \times 10.000 + 100 \times 60.000) = 74.000.000$ rublos. Este ahorro permitirá todavía 90 máquinas *A* y equipar el sector considerado al 95 %. El ahorro del año siguiente permitirá adquirir máquinas *B*. A partir de entonces, la ventaja de las máquinas de tipo *A* habrá desaparecido y la eficacia normal se reducirá al 29 %. Desde este momento, el sector empezará a equiparse con máquinas *B*, más perfectas.

Empezar la mecanización por las máquinas *B* hubiera sido un error. No se habría podido adquirir más que 10 de estas máquinas y hubiesen continuado la extracción 1.800 obreros con los medios primitivos. El ahorro anual habría sido de: $1.800 \times 20.000 + 10 \times 3.200.000 - (2.000 \times \times 10.000 + 10 \times 60.000) = 47.400.000$ rublos, lo que significa que la me-

canización del sector habría sido mucho más lenta que en el primer caso. Puede comprobarse fácilmente que la mecanización total del sector en máquinas *B* es mucho más rápida en el primer caso, es decir, reemplazando las primeras máquinas *A* por máquinas *B* a medida que el ahorro lo vaya permitiendo.[18]

El examen de este ejemplo demuestra que en caso de escasez de medios para inversión no hay que dejarse arrastrar hacia la construcción de conjuntos importantes y productivos, pero complejos y costosos. La ganancia importante en productividad del trabajo que estos conjuntos proporcionan no puede dar, con los medios primitivos de numerosos sectores que no pueden equiparse por falta de medios de equipo suficientes, una producción comparable a la de máquinas menos caras, pero más universalmente difundidas. Como claramente lo demuestra el cálculo que acabamos de efectuar, una mecanización empezando con el empleo de medios que requieren menos capital, asegura no solamente el incremento más rápido de la producción en el curso de los próximos años, sino también su aumento más rápido en el futuro. Desde luego, esta conclusión cualitativa no es general. Debe ser comprobada en cada caso por un cálculo económico que tenga en cuenta la eficacia normal.

En el ejemplo examinado, el capital invertido por unidad de producción era superior para las máquinas *B*. Sin embargo, aun en el caso de que una gran máquina o instalación fabril no se encuentre en peor situación a este respecto que una de menor tamaño, no por ello debe ser forzosamente la elegida. Es necesario recordar, en efecto, que a menudo van unidas a las grandes empresas, inversiones indirectas, que no pueden ignorarse. No hay que perder de vista, pues, los siguientes puntos:

1. El período de construcción y puesta en marcha del equipo es mucho más largo para una gran factoría que para las pequeñas o medianas. Hemos visto, en el ejemplo 2, cómo puede afectar este factor a la eficacia de las inversiones.

Además, la amplitud del período de construcción de una gran instalación no permite cubrir las demandas de producción en el curso de los años más próximos, cuando las necesidades son más agudas y la evaluación o. d. de esta producción es particularmente elevada.

2. Mientras las pequeñas o medianas empresas pueden empezar a producir a corto plazo utilizando los recursos auxiliares existentes (abasteci-

---

18. Un cálculo más exacto habría tenido que tomar en cuenta la variación en el tiempo de las evaluaciones o. d. y de la eficacia normal, de conformidad con la conclusión 24. Sin embargo, en el caso considerado, tal perfeccionamiento del cálculo no habría influido de manera relevante en el resultado del análisis. Igualmente habría sido conveniente un cálculo más correcto de la amortización. Aquí la amortización se ha supuesto proporcional al coste de la inversión. En un cálculo más exacto, si se tuvieran los datos indispensables, la amortización debería incluirse en los cálculos de los gastos de entretenimiento y de renovación, teniendo en cuenta los períodos en que estos gastos se realizan y su reducción a un mismo momento (cf. observación 3, p. 156).

miento de energía eléctrica, red de transporte, viviendas, servicios comunes), la construcción de las grandes empresas debe acompañarse, necesariamente, de inversiones auxiliares importantes.

3. Es difícil asegurar permanentemente a las grandes empresas, o a las máquinas de gran capacidad de producción, su funcionamiento a plena carga (por ejemplo, en ciertos períodos, a los mataderos y a las centrales hidroeléctricas aisladas), lo que disminuye considerablemente su eficacia.

4. Los mayores costes de transporte de las grandes empresas aumentan los precios de coste de la producción (evaluación o. d. elevada para los transportes) lo que reduce su eficacia.

5. Sus largos plazos de instalación no permiten a las grandes empresas adaptarse tan rápidamente como sería conveniente a los cambios ocurridos en la situación económica y en la tecnología (posibilidad de reducción de las necesidades en lo que respecta a ciertas clases de producción, aparición de nuevos procedimientos técnicos para elaborar el producto o productos nuevos que sustituyen a los antiguos, etc.).

Estas consideraciones son, en gran parte, la causa de las decisiones del XVIII congreso del partido contra la manía del gigantismo.

El cálculo económico basado en la eficacia normal hubiera confirmado, a su tiempo, el buen fundamento de estas decisiones y habría proporcionado los medios para escoger la dimensión óptima de las empresas.

El cálculo de la eficacia de una inversión según las conclusiones 25 y 26 puede realizarse a partir de la dinámica de las evaluaciones, definidas para el conjunto de la economía, siempre que las variaciones de las evaluaciones o. d. consecutivas a la existencia de esta inversión sean lo suficiente pequeñas como para no influenciar sustancialmente el sistema de evaluaciones y su dinámica.

Sin embargo, a veces, la realización de ciertos proyectos de gran amplitud puede ejercer una influencia importante, si no sobre la economía nacional y el conjunto del sistema de evaluaciones o. d., al menos sobre la producción de ciertos sectores de la economía o de ciertas regiones económicas y, en consecuencia, tener gran influencia sobre las correspondientes evaluaciones o. d. Es así que la producción en masa de ciertos artículos en una región económica modifica los gastos y el equilibrio entre la producción y las necesidades y, por lo tanto, la evaluación o. d. de estos artículos. Esto se aplica particularmente a las inversiones no divisibles (centrales hidroeléctricas, canales, instalaciones de regadío, nuevas vías férreas).

Para estas inversiones de gran tamaño no puede, por tanto, en ningún caso, utilizarse directamente el sistema de evaluaciones en vigor; es absolutamente necesario tener en cuenta los cambios que sufrirán las evaluaciones cuando la inversión en proyecto se haya realizado. Convendrá comparar el plan óptimo primitivo con el plan óptimo obtenido con las nuevas evaluaciones.

Sin embargo, no es indispensable, en general, recomponer la totalidad del plan inicial. Puede limitarse el cálculo a los elementos más afectados por el proyecto y a las evaluaciones de los factores o productos correspondientes, conservando las otras evaluaciones su valor primitivo.

El ejemplo siguiente da las líneas generales del camino a seguir.

Ejemplo 11. — Se examina el proyecto de construcción de una vía férrea que una los puntos *A* y *B*. Para una vía única, la capacidad de tráfico es de 600 vagones por día y el coste de la vía y el material rodante es de 350 millones de rublos. Para una vía doble la capacidad es de 1.000 vagones por día y el coste total de 480 millones de rublos. En ambos casos el precio de coste del transporte es de 250 rublos por vagón. El plazo de construcción de la vía es de 1 año, la eficacia normal del 30 % anual.

Para tratar este problema, conviene empezar recogiendo todas las informaciones económicas referentes a los transportes entre *A* y *B*. El cuadro 46 señala el tráfico diario y las economías consecuencia de la existencia de la vía. La tercera columna del cuadro indica las economías totales obtenidas para el conjunto de la economía por el transporte de un volumen de bienes equivalente a la capacidad de 1 vagón; la cuarta columna, la economía neta (obtenida restando el precio de coste de la economía total).

CUADRO 46. — *Tráfico y economías*

Tipos de bienes	Volumen de tráfico diario (vagones)	Economía total por vagón (en rublos)	Economía neta		
			por vagón y por día (en rublos)	por día (en rublos)	por año (en rublos)
I . . .	100	2.000	1.800	180.000	64.800.000
II . . .	200	1.100	900	180.000	64.800.000
III . . .	300	600	400	120.000	43.200.000
IV . . .	200	400	200	40.000	14.400.000
V . . .	200	300	100	20.000	7.200.000

Los bienes del tipo I actualmente se transportan en camiones con un gasto de 2.000 rublos para el equivalente de un vagón; la economía neta realizada por el transporte de los mismos utilizando la vía proyectada sería de $2.000 - 200 = 1.800$ rublos por vagón. Si no se construyera más que una vía simple se podrían transportar los bienes de los tres primeros tipos y la economía global resultante sería de $64{,}8 + 64{,}8 + 43{,}2 = 172{,}8$ millones de rublos. El coste de la vía es de 350 millones de rublos, pero dado que la construcción requiere un año, hay que contar el valor de la vía en el momento de su puesta en explotación, o sea, 455 millones de ru-

blos (con una eficacia normal del 30 % se tiene $350 \times 1{,}3 = 450$ millones de rublos). La economía anual obtenida con una inversión de este valor y una eficacia normal del 30 % debe ser, al menos, igual a $455 \times 0{,}30 = 137$ millones de rublos. Esta inversión es, pues, racional.

La doble vía permitiría incluir además el transporte de los bienes de los tipos IV y V, lo que daría una economía suplementaria de $14{,}4 + 7{,}2 = 21{,}6$ millones de rublos por año. La inversión adicional correspondiente es de 130 millones de rublos actuales lo que equivale a 169 millones en el momento de la apertura de la vía. Con una eficacia normal de un 30 %, la economía total resultante de esta inversión debería ser, al menos, de 50 millones de rublos, sin embargo; la economía obtenida es sólo de 21,6 millones de rublos. Esto permite concluir que la construcción inmediata de la segunda vía no es racional. Podrá demostrarse racional en el futuro si las necesidades del tráfico aumentan o si la eficacia normal disminuye, es decir, cuando la oportunidad de realizar inversiones más eficaces haya desaparecido.

Sin embargo, sería conveniente realizar un cálculo más completo. Al mismo tiempo que las ventajas aportadas a las fábricas existentes por el tendido de la vía férrea, debería calcularse el efecto económico adicional consistente en las nuevas fábricas cuya instalación sería aconsejable y conveniente, cuando la vía férrea iniciara su funcionamiento. Este cálculo debe realizarse el primer año y los subsiguientes.

El tener en cuenta este tráfico adicional de bienes podría traer como consecuencia que la construcción de una segunda vía fuera aconsejable ahora mismo o dentro de un plazo más corto.

Señalemos que en la evaluación de la eficacia de las inversiones de gran tamaño no divisibles hay que añadir el efecto de las inversiones satélites cuya realización es posible gracias a la existencia de la primera. En muchos casos la eficacia de éstas aumenta, pues las inversiones derivadas tienen, generalmente, una eficacia muy superior a la normal.

Como hemos dicho anteriormente, aunque la eficacia normal tenga una naturaleza diferente de la norma de beneficios en la sociedad capitalista, pueden compararse ambas nociones, puesto que ambas desempeñan un papel en la distribución de las inversiones.

De todas maneras, conviene subrayar la diferencia radical entre la eficacia normal y la norma de beneficios, diferencia que proviene de su origen, de su significación social y de su papel en la economía.

La eficacia normal, definida por un cálculo objetivo de planificación, representa un índice cuantitativo objetivo, aplicado conscientemente en el cálculo económico y en la planificación con vistas a obtener la utilización más eficaz de las inversiones y el crecimiento más rápido de la productividad del trabajo.

La norma de los beneficios se determina en el mercado de capitales en la persecución del beneficio máximo; representa un índice cuantita-

tivo de la ley del beneficio medio y aparece espontáneamente en el proceso de la concurrencia capitalista y actúa de regulador en la distribución del excedente entre varios grupos financieros. Esta norma no solamente no asegura el empleo eficaz del trabajo, sino que al contrario, es la causa misma de la sobreproducción, de continuos desequilibrios y de las crisis que conducen al quebranto de las fuerzas productivas. Es importante subrayar igualmente que entre las dos nociones hay diferencias radicales no solamente en el plano puramente cualitativo, sino también de índole cuantitativa que se traducen en los resultados numéricos del cálculo y en sus conclusiones.

Esto aparece particularmente en el análisis del ejemplo que precede. Supongamos que la eficacia de la inversión en la construcción de esta vía férrea sea examinada por el presidente del consejo de administración de una sociedad capitalista. Imaginemos también que la norma de beneficios tenga el mismo valor que nuestra eficacia normal, o sea, el 30 %. La diferencia esencial en los cálculos está en el hecho de que el presidente no tendrá en cuenta las economías realizadas a escala nacional como consecuencia de la existencia de esta vía, lo que le interesa bien poco, sino los beneficios que podrá proporcionarle esta inversión.

Estos beneficios dependen de la tarifa establecida. La tarifa más elevada para la cual la vía única estaría cargada a plena capacidad sería 600 rublos. El beneficio, para cada vagón cargado, es de $600 - 200 = 400$ rublos. De donde un beneficio total de $600 \times 400 \times 360 = 86{,}4$ millones de rublos por año, para una inversión de 455 millones de rublos. Con una norma del 30 %, el beneficio debería ser de 137 millones de rublos, lo que significa que esta inversión no interesaría al capital privado.

El beneficio sería más elevado para otra tarifa, por ejemplo, 1.100 rublos. Con esta tarifa, sólo se transportarían los bienes de los tipos I y II (300 vagones por día), y la vía sólo se utilizaría en el 50 % de su capacidad, pero el beneficio sería de 900 rublos por vagón, o sea, en total, $300 \times 900 \times \times 360 = 97{,}2$ millones de rublos por año, lo que aún es insuficiente.[19]

Señalaremos de paso que esta situación anormal es perfectamente posible en la sociedad capitalista. En este ejemplo, con una tarifa que proporciona el máximo de beneficios, la vía sólo se utilizaría en la mitad de su capacidad, mientras que bienes cuyo transporte por vía férrea sería racional, viajarían por otros medios debido a la existencia de una tarifa demasiado elevada.

El ejemplo dado es característico. En la sociedad capitalista, gran número de inversiones que serían útiles para el conjunto de la economía (aun con la norma de beneficios existentes) no se realizan porque no es posible obtener en forma de beneficios privados —única forma de efecto

19. Aquí no tenemos en cuenta la posibilidad de tarifas diferenciales para las distintas cargas.

económico que puede interesar al capitalista— la totalidad de beneficios que la sociedad obtendría de estas inversiones. Esto se aplica sobre todo a diversas medidas sociales y culturales y también a los trabajos de utilidad pública, como la construcción de carreteras, canales, grandes centrales hidroeléctricas, viviendas, trabajos de regadío, conservación de bosques, etcétera.

Además, el incremento de la producción, necesario para la satisfacción de las crecientes necesidades de la sociedad, está frenado en el capitalismo, pues las mercancías no encuentran compradores a consecuencia del poder adquisitivo demasiado débil de la población. En la sociedad socialista esta situación no puede ocurrir.[20]

Así, incluso para valores iguales de la eficacia normal y de la norma de beneficios, muchas inversiones que aparecen como no rentables (pues no aseguran la norma de beneficios) en el sistema capitalista, pueden ser racionales, es decir, poseer una eficacia suficiente (superior a la normal) en el sistema socialista.

Esta tesis se expuso en forma mucho más general: De hecho, en la sociedad capitalista las inversiones con posibilidad de realizarse se limitarían a las que proporcionan la norma esperada de beneficios, mientras que en la sociedad socialista toda inversión que comporte una economía de trabajo es racional.

Desde luego, bajo este aspecto, esta tesis es falsa, pues los medios de inversión son limitados y conviene buscar su utilización más eficaz. Es incluso nefasta, pues su puesta en práctica podría conducir a la realización de inversiones poco eficaces.

Volviendo sobre nuestro ejemplo precedente, es importante destacar aún otra particularidad de las inversiones indivisibles. Estas inversiones permiten, en muchos casos, satisfacer, junto a las necesidades más apremiantes de un producto o de un servicio, algunas de carácter secundario que por sí mismas no justificarían estas inversiones. A consecuencia de esto, la evaluación locativa del equipo proyectado, calculada teniendo en cuenta su utilización poco eficaz para la satisfacción de estas necesidades secundarias, puede resultar muy débil y alguna vez, si la duración de este equipo es prácticamente ilimitada (canal, puente), puede llegar a ser nula.

---

20. Así, un grupo de ingenieros ingleses en un reportaje en el diario *Steel Review* escribe para caracterizar la producción siderúrgica soviética: "el éxito de esta industria se debe sobre todo a una situación que puede considerarse como única: En la URSS la producción siderúrgica está planificada. La producción soviética de acero tiene las salidas aseguradas, lo que siempre es un estimulante para el desarrollo de la producción y la búsqueda de una mayor productividad. El capital necesario para los nuevos equipos se obtiene sin dificultad y el incremento de las capacidades de producción de las plantas siderúrgicas va de acuerdo con el de las posibilidades del transporte, de los recursos de energía y materias primas. En estas condiciones se asegura a cada equipo trabajar a plena capacidad. Sus brillantes realizaciones son el resultado natural de la reunión de condiciones tan favorables" (Cf. *Kommunist*, 1958, n.° 6, p. 83).

Sin embargo, la inversión correspondiente puede tener, como hemos visto, la eficacia requerida si se tiene en cuenta su efecto sobre el conjunto de la economía. Pero no sería racional intentar realizar directamente el efecto total de la inversión (correspondiente a la eficacia normal) incluyendo una evaluación locativa elevada en el valor de la producción, pues esto sería un obstáculo para alcanzar el efecto total esperado de esta inversión.[21]

Las decisiones relativas a la elección de las inversiones en la sociedad socialista no deben tomarse considerando exclusivamente las economías realizadas en aquellos sectores a los que se destinan, sino que la medida de su utilidad debe ser extendida a la nación (o a la región económica). Notemos también que el volumen de las futuras inversiones en el sector no corresponde necesariamente al ahorro realizado en este mismo sector.

Nivel de la eficacia normal

Para unos mismos grados de desarrollo económico y volumen de medios de inversión, las posibilidades de invertir con un nivel elevado de eficacia son mucho mayores en la sociedad socialista que en la capitalista, donde el desarrollo de las fuerzas de producción está encerrado en el cuadro estrecho de la propiedad privada de los medios de producción. A la vista de esto el nivel de la eficacia normal en la sociedad socialista debe ser mucho más elevado que la norma de beneficios en la sociedad capitalista, a igual nivel de desarrollo económico. Ciertos tipos de máquinas que proporcionan, en los países capitalistas, un margen elevado de beneficios, puede no ser aconsejable utilizarlos en los países socialistas, donde existen otras posibilidades de obtener una eficacia más elevada de las inversiones.

Es necesario subrayar que cuando hablamos de la eficacia de las inversiones tenemos presente su eficacia calculada según las evaluaciones o. d. y no según los precios en vigor o según los precios de coste. Esta manera de proceder modifica radicalmente las ideas corrientes de rentabilidad y de eficacia. Igualmente se modifica la eficacia relativa. Las inversiones más eficaces según los modos de cálculo habituales, pueden aparecer (según las evaluaciones o. d.), dotadas de un menor grado de eficacia e inversamente.

Es particularmente importante afirmar que las inversiones racionales en industria pesada tienen, según los cálculos basados en las evaluacio-

21. Un ejemplo característico de esto lo constituye el principio de cálculo de los *precios de los libros* en la *URSS*. A pesar de la gran diferencia en el coste según la tirada los libros de la misma categoría se venden casi al mismo precio (calculado por folio) independientemente de la tirada. Esto se explica porque la edición de un libro no se decide según los ingresos. El efecto de la edición de libros de texto, libros técnicos y científicos no se mide por las cantidades obtenidas en la venta. Si ya se ha decidido la edición y se ha incurrido en los gastos de redacción e impresión, el precio de coste de un ejemplar suplementario depende *poco* de la tirada.

nes o. d., una eficacia, al menos, tan grande como las realizadas en la industria ligera.[22] Así, el temor de que un nivel elevado de eficacia sea un obstáculo al desarrollo de estas inversiones es injustificado. Tanto más cuanto que, como ya hemos dicho reiteradas veces, la asignación de los capitales y el reparto de los medios entre los diversos sectores se determinan por el plan que establece la producción final y el cálculo de la eficacia sólo sirve para elegir el mejor sistema de soluciones susceptibles de asegurar la mejor realización de los objetivos de este plan.

Esto indica suficientemente que la sociedad socialista ofrece la posibilidad de un crecimiento mucho más rápido que la capitalista, incluso en un período de "prosperidad" de esta última. Lo atestigua el crecimiento sin precedentes de la producción industrial alcanzado en nuestro país en la mayor parte de los sectores en el curso de los planes quinquenales de antes y después de la guerra y, principalmente, el crecimiento durante el próximo plan de 7 años fijado por las cifras a alcanzar.

El crecimiento potencialmente realizable, en la práctica, sólo puede ser alcanzado con una cuidadosa planificación y el cumplimiento del propio plan. Esto viene confirmado por el hecho de que en los sectores en que la dirección económica ha sido débil, el crecimiento a lo largo de los años ha sido insignificante.

Incluso en aquellos sectores en que la producción ha crecido a buen ritmo, no puede decirse que se hayan utilizado todas las posibilidades que el más progresivo método de producción, el socialista, ofrece. El empleo de mejores métodos de planificación aseguraría un crecimiento más rápido. Una prueba de ello han sido los resultados obtenidos en la reorganización de la dirección de la industria después del establecimiento de los distritos económicos.

Hay que añadir que los resultados dados por los medios afectados a las inversiones sólo se estimaban, hasta cierto punto, de manera cualitativa; una cierta similitud entre los cálculos basados en la eficacia y en el interés del capital era una barrera a una sistemática valoración cuantitativa de este factor básico. Sólo muy recientemente ha empezado a investigarse con atención este problema.

---

22. Cuando calculamos la renta del equipo de un complejo metalúrgico (p. 373), obtuvimos el valor de $12 \times 99.000.000 = 1.188$ millones de rublos. Si el coste de construcción del complejo (evaluación o. d.) se estima entre 3.000 millones de rublos, o sea 4.000 millones teniendo en cuenta el plazo de realización, la eficacia de esta inversión será igual a $1.188.000.000 : 4.000.000.000 = 29{,}7$ %. De la misma manera, una central eléctrica con una producción de 5.000 millones de kWh por año con un precio de coste de 9 kopeks por kWh y que cuesta 1.000 millones de rublos, tiene una rentabilidad de $0{,}01 \times 5 : 1 = 5$ % si se parte de un precio de venta de 10 kopeks por kWh. Pero si la evaluación o. d. de la energía eléctrica, establecida según su efecto económico sobre la producción y también según el coste de las centrales marginales, es igual, digamos, a 18 kopeks por kWh, la eficacia de la inversión será del 45 %; si el coste de la central según las evaluaciones o. d. es superior e igual, por ejemplo, a 1.500 millones de rublos, la eficacia será todavía del 30 %.

Esta negativa no tenía ningún fundamento. La puesta en práctica del cálculo de la eficacia normal permitirá un crecimiento más rápido de las fuerzas de producción y no cambiará en absoluto la naturaleza de la sociedad socialista. El elevado valor de la eficacia normal en nuestro país es una muestra de las enormes posibilidades de desarrollo de las fuerzas de producción.

Sin duda a consecuencia de la gran necesidad de inversiones y las grandes posibilidades para un empleo muy eficaz de las mismas, por una parte, y de la insuficiencia de recursos resultantes de la necesidad de limitar el ahorro interior por otra, la eficacia normal ha sido en la U.R.S.S. en el curso de los años de la reconstrucción, la industrialización y los planes quinquenales de antes de la guerra, varias veces superior a la norma de beneficios de los países capitalistas y de Rusia de antes de la revolución. Durante la segunda guerra mundial ha debido ser aún más alta debido a la escasez de recursos para la inversión consecuencia de tener que dedicar la parte más importante de la producción a las necesidades del frente y de haber de reorganizar la producción de las regiones desvastadas.

El nivel de la eficacia normal debió ser igualmente elevado durante el período de reconstrucción. Más adelante, la satisfacción de las necesidades más urgentes y la realización de las inversiones más eficaces, junto con el crecimiento del ahorro y, en consecuencia, de los recursos afectados a las inversiones que acompañan al desarrollo de la producción, debieron tener como consecuencia una baja notable del valor de la eficacia normal. Pero, simultáneamente, la rapidez del progreso técnico, la reorganización de numerosos sectores en vistas a su automatización y el descubrimiento de nuevas posibilidades de inversiones eficaces que proporcionan un crecimiento rápido de la productividad para costes relativamente pequeños, son factores que juegan en el sentido de aumentar la eficacia. Esto nos lleva a creer que en nuestro país la eficacia normal continúa siendo, a fin de cuentas, bastante elevada.

Nos abstendremos de dar ni tan sólo una indicación aproximada sobre el nivel de la eficacia normal actual, pues esto exigiría la selección y el análisis de los datos correspondientes, pero volveremos más adelante sobre este problema.

El establecimiento de un nivel determinado de la eficacia normal significa que, por regla general, deben realizarse todas las inversiones con una eficacia superior, y que todas aquellas con una eficacia inferior no son racionales.

El principio de la utilización de una sola norma de eficacia no ha sido suficientemente adoptado en la práctica de la planificación. De hecho, a menudo se ha diferido largo tiempo la realización de inversiones con eficacia muy elevada, excediendo en mucho a la normal. Al mismo tiempo, se han realizado numerosas inversiones muy importantes, cuyo nivel de eficacia era muy bajo según los métodos de cálculo en vigor. Hay que

añadir respecto a estas últimas, que un cálculo correcto, teniendo en cuenta las evaluaciones o. d. de la producción, habría dado una eficacia mucho más elevada tanto en el momento de la realización de estas inversiones como durante los años siguientes.

Ciertas inversiones (por ejemplo el complejo de Magnitogorsk) se han justificado claramente por sí mismas. Otras, para las cuales un cálculo correcto habría dado una eficacia muy pequeña, no estaban justificadas (empresas gigantescas de productos alimenticios, algunas centrales hidroeléctricas poco utilizadas durante muchos años, etc.).

Los organismos de planificación no siempre han considerado que un alto nivel de eficacia era un criterio indispensable de elección. Es aquí donde, en buena parte, hay que buscar el origen de instalaciones de larga duración y poco eficaces. Un cálculo económico correcto, teniendo en cuenta la eficacia normal, habría sido una preciosa ayuda. Habría permitido poner de relieve el perjuicio causado por algunas de estas elecciones.

Conviene considerar todavía otro problema importante en el que la ausencia de una eficacia normal única es la causa de pérdidas considerables. Se trata de la distribución de los recursos entre inversiones a largo y a corto plazo.

Mientras se afectaban recursos a inversiones a largo plazo, aunque su eficacia fuera pequeña, del orden de 5-10 % por año, el capital circulante de las empresas se reducía al límite, lo que impedía el establecimiento de ritmos normales de fabricación, la constitución de los stocks necesarios para asegurar la continuidad de trabajo y la realización de un gran número de mejoras en los procedimientos de producción, que requerían relativamene pocos gastos. Como consecuencia, muchas inversiones con una eficacia del 10-20 por ciento por mes, no se llevaron a cabo porque los recursos necesarios, monetarios o materiales, faltaban. Ya hemos mencionado anteriormente una de estas cuestiones al hablar en el ejemplo 5 del problema de la constitución de los stocks adecuados.

El cálculo sistemático de la eficacia normal ayudaría a eliminar los estrangulamientos y los desajustes. Permitiría afectar con prioridad los recursos a los sectores atrasados que frenan el desarrollo de los demás, corregir los desajustes entre diferentes ramas de la producción e incrementar las producciones de las que se experimenta fuerte escasez, ya que precisamente en estos casos la eficacia teniendo en cuenta las evaluaciones o. d. habría sido particularmente elevada.[23]

---

23. Supongamos, por ejemplo, que la evaluación del transporte en una línea cargada sea de 850 rublos por vagón y que la capacidad de tráfico esté limitada a una sola vía. La reconstrucción de la vía con una inversión de 10 millones de rublos permitiría incrementar el tráfico en 100 vagones por día. Entonces, la economía obtenida gracias a esta inversión sería de $360 \times 850 \times 100 = 30.600.000$ rublos, y su eficacia sería del orden del 400 % por año. Sin tener en cuenta la evaluación o. d. del trans-

Consideraciones de esta clase han guiado siempre la distribución de los recursos para inversión. Pero eran puramente cualitativas, y no hay duda de que un análisis fundado científicamente permitiría una utilización más juiciosa de los medios de inversión disponibles.

Vamos a resumir nuestras conclusiones:

Conclusión 27. — *El principio de la comparación de la eficacia de las inversiones a largo plazo con la eficacia normal permanece válido. Sin embargo, a diferencia de las inversiones a corto plazo, es indispensable tener en cuenta las variaciones de la eficacia normal y de las evaluaciones o. d. que tienen lugar en el curso de la duración de la inversión. El cálculo de la eficacia sólo debe ser realizado en el marco de decisiones generales de orden político y económico.*

Conclusión 28. — *La eficacia normal es de naturaleza distinta que la norma de beneficios en la sociedad capitalista, aunque ambas intervienen de manera similar en el cálculo de las eficacias. Los cálculos dan resultados radicalmente diferentes según que se efectúen a partir de la norma de beneficios o de la eficacia normal.*

Para un mismo grado de desarrollo económico, la norma de beneficios en la sociedad capitalista es inferior a la eficacia normal, a causa de las mayores posibilidades de desarrollo de las fuerzas de producción en la sociedad socialista.

Eficacia normal y evaluaciones de la producción

Cuando examinamos en los capítulos I y II, el problema de la planificación a corto plazo, la separamos de la a largo plazo. Esta decisión estaba justificada para las hipótesis adoptadas (considerando como datos los recursos y la capacidad de producción, y más o menos determinados, la estructura de la producción final, las variaciones en los abastecimientos, etcétera) y el análisis que hicimos entonces era suficientemente bueno. Ello ha permitido determinar los índices económicos del plan óptimo: las evaluaciones o. d. que caracterizan los gastos relativos y la eficacia del empleo de las diversas clases de producción en un momento dado.

Sin embargo, un examen de este tipo no es completo. El plan relativo a un período dado está vinculado a otros períodos. La capacidad de producción disponible depende de la acción desarrollada en el curso de otros períodos y los resultados obtenidos en el curso de uno de ellos definen los

---

porte esta eficacia, que caracteriza la necesidad vital y la oportunidad de la medida considerada, podría reducirse considerablemente hasta el punto de que la realización de esta inversión podría diferirse si los medios de que se dispusiera se juzgaran insuficientes vista la eficacia calculada.

recursos disponibles durante el siguiente. El programa del período en curso está orientado, en gran medida, hacia la obtención de medios de producción para ser utilizados en el futuro. Así, si en el cálculo de la planificación de un período se incluye como variable lo que se suponía dado en los capítulos precedentes, la elaboración del plan a corto plazo deberá, forzosamente, tener en cuenta el plan a largo plazo.

Al definir la dirección general del desarrollo de la economía el plan a largo plazo implica ya una cierta elección de los medios de inversión, y, por tanto, juega un papel en la elaboración de los datos del plan a corto plazo, pues determina, aunque de manera indirecta, el grado de necesidad de las diversas clases de producción o de las capacidades de producción así como las evaluaciones de los diferentes medios a utilizar para alcanzar estos objetivos.

Los índices de los planes óptimos a corto y a largo plazo son también interdependientes. El análisis de los lazos de dependencia aclara el carácter y la importancia de las evaluaciones o. d. Así, mientras las evaluaciones para un momento dado pueden establecerse en el plan a corto plazo, su dinámica y sus tendencias sólo pueden apreciarse en el plan a largo plazo.

Hemos demostrado, en el capítulo II, que las evaluaciones o. d. de la producción difieren esencialmente del coste, el cual refleja solamente los gastos inmediatos de trabajo e ignora los gastos indirectos. Esta diferencia proviene, ante todo, de la evaluación o. d. de la renta (cuando se utilizan recursos naturales limitados) y de la evaluación locativa (caso de utilización de equipo en déficit). Si bien el uso de recursos naturales limitados no es esencial para todas las clases de producción, no ocurre lo mismo para el equipo, el cual siempre lo es y, en consecuencia, las evaluaciones locativas deben incluirse sistemáticamente en las evaluaciones o.d. de la producción. Al mismo tiempo, cuando nos proponemos modificar el modo de formación de los precios, no pretendemos en absoluto repercutir las rentas de los medios de producción sobre los precios de los objetos de consumo cuyo nivel, especialmente entre los precios al detall, no resulta afectado. Se trata esencialmente de una modificación de las relaciones de los valores de los diversos medios de producción a fin de que correspondan, en lo posible, a la relación de los gastos totales al nivel de la economía nacional.

Las evaluaciones locativas del equipo se determinan para todos los componentes de la situación concreta y aparecen en el momento de la elaboración del plan corriente óptimo. Sin embargo, del examen de las directrices del plan a largo plazo y del análisis de las inversiones que implican, pueden extraerse conclusiones generales.

Si la evaluación locativa de una máquina es lo suficientemente elevada para que la inversión en la misma sea racional y tiene una eficacia muy

superior a la normal, la puesta en fabricación de esta máquina se acelerará en el plan óptimo. La evaluación o. d. de los productos que fabrique y su evaluación locativa disminuirán. Como resultado, las futuras inversiones no darán una eficacia superior a la normal, lo que se traducirá en que no será conveniente incrementar la producción de esta máquina. En este momento, el valor normal es igual al coste de fabricación de la máquina correspondiente a la eficacia normal.

Así llegamos a la primera conclusión de que la necesidad de incluir en los costes la evaluación locativa del equipo no es un fenómeno aislado debido al déficit temporal de tal o cual tipo de equipo y sujeto a una rápida desaparición. Por el contrario, la evaluación locativa es la consecuencia de un factor económico permanente: La limitación de los medios de inversión determinada cuantitativamente por la eficacia normal. Además, este camino nos ha conducido a la segunda conclusión de que la evaluación locativa está condicionada, en cierta medida, por el valor de la eficacia normal. Más exactamente, la eficacia normal define el valor medio (normal) hacia el que debe tender la evaluación locativa. Este valor normal es igual a nK donde n es la eficacia normal y K el volumen de la inversión considerada.

La evaluación locativa (por unidad de producto) interviene en la evaluación de la producción y, por tanto, el valor (medio) de ésta se aproximará a un cierto valor que podrá llamarse la *evaluación normal.* La evaluación normal de la producción comprende, además de los gastos directos, la parte (correspondiente al valor de la eficacia normal) de la inversión por unidad de la producción obtenida. En otras palabras, la evaluación normal de la unidad de producto viene dada por la fórmula $p = C + nK_{sp}$ donde C es el coste y K_{sp} la inversión específica. No hay que olvidar que las evaluaciones de las materias primas, etc., deben establecerse según el mismo principio. Esta evaluación normal recuerda, por su estructura, los costes de producción en régimen capitalista, pero la diferencia esencial está en el hecho de que la eficacia normal reemplaza a la norma de beneficios. Estas dos nociones tienen una naturaleza radicalmente diferente.

Cuando la distribución de los medios de inversión es óptima y la eficacia normal y la estructura de la producción final no sufren modificación en el tiempo, las evaluaciones o. d. se aproximan a las evaluaciones normales. Éstas, por su parte, varían con los cambios en el valor de la eficacia normal y con la introducción de nuevos procedimientos técnicos. En este aspecto puede decirse que tienen un comportamiento análogo al de los costes de producción en régimen capitalista. De todas maneras en el plan óptimo real las evaluaciones o. d. se apartan sistemáticamente de los valores normales.

Aunque las condiciones enunciadas anteriormente, como la constancia

del valor de la eficacia normal,[24] se observan raramente, existen numerosas causas permanentes y temporales que provocan las sensibles y sistemáticas desviaciones que se observan entre las evaluaciones o. d. y los valores normales.

Las causas permanentes de la desviación entre las evaluaciones o. d. y los valores normales son las siguientes:

1. La influencia de la limitación de recursos naturales particularmente útiles, o de la diferente eficacia de los recursos utilizados y de la necesidad de tener en cuenta este efecto incluyendo la renta en el coste, la cual desvía la evaluación de la normal para aquellos casos en que se utilizan los mencionados recursos (carbón, petróleo, minerales, madera, trigo, algodón).

2. La influencia de la dinámica de las evaluaciones relativas sobre las evaluaciones de ciertas producciones y, en particular, el incremento relativo de las evaluaciones del trabajo y como consecuencia, de las correspondientes a aquellas producciones en que la parte de la mano de obra es importante.

3. La estructura particular de las evaluaciones de las producciones que suponen inversiones indivisibles de gran tamaño (canales de regadío y de navegación, puentes, vías férreas y carreteras, centrales hidroeléctricas, etc.). A pesar del gran tamaño de estas inversiones las evaluaciones o. d. de los servicios y de las producciones pueden incluso ser nulas (puentes). Esto es aplicable igualmente, en cierta medida, a la evaluación de la producción de grandes empresas ya construidas y de artículos que requieren un utillaje muy caro.

4. La existencia de producciones complejas e interdependientes (química, minerales conteniendo varios metales, acero, madera y sus subproductos, energía eléctrica y energía térmica). Para estas clases de producción las evaluaciones o. d. son igualmente interdependientes y la relación de estas evaluaciones depende principalmente de las relaciones de las demandas que se dirigen a cada una de las producciones.

5. La necesidad de reservas de capacidad de producción a fin de hacer frente a bruscas variaciones de las necesidades, cuya consecuencia es la baja sistemática de la evaluación locativa con relación a la normal y, por tanto, de la evaluación o. d. de la producción correspondiente.

Además de estas causas permanentes de desviación, las hay temporales que nacen en el curso del desarrollo económico.

Principalmente:

1. La existencia de capacidad de producción excedente o, al contrario,

---

24. Esta última condición y la interdependencia de las evaluaciones normales hace singularmente complejo el método de cálculo. No nos detendremos en esta cuestión y tampoco en la referente a la variación de las evaluaciones normales cuando la eficacia normal no es constante.

insuficiente. Por ejemplo, la existencia de una gran capacidad de producción de aluminio en los años posteriores a la guerra ha debido actuar en el sentido de la reducción de su evaluación locativa y de la evaluación o. d. del aluminio, consecuente con la conveniencia de desarrollar su empleo.

2. La relación entre las posibilidades de producción de ciertos artículos y las necesidades objetivas de los mismos, justificadas económicamente en un momento dado.

3. El déficit de la mano de obra de determinada cualificación o, al contrario, la existencia de reservas que no pueden ser empleadas fuera de su cualificación.

4. La aparición de sustitutos de ciertos productos con evaluaciones normales mucho menores.

5. El crecimiento o la reducción en la necesidad de cierto producto.

6. La influencia de las condiciones locales (además de las naturales).

Normalmente, estos motivos de divergencia deben desaparecer gradualmente en el espacio de algunos años. Sin embargo, su existencia es un hecho objetivo que no puede ignorarse. Mucho más si se tiene en cuenta que su aparición es un fenómeno inevitable que ocurre de manera sistemática, particularmente, en la situación actual.

Los orígenes de estas desviaciones son numerosos: variaciones de la estructura de la producción final provocadas por modificaciones de las condiciones concretas; nacimiento de nuevas necesidades; aparición de nuevos productos que sustituyen a los antiguos; aparición de nuevas técnicas que no pueden aplicarse inmediatamente en todas partes (sección 2, ejemplo 7), pero que reducen la evaluación locativa de los equipos antiguos (obsolescencia).

Además, por la propia definición de la evaluación normal, el plan debe ser óptimo y permanecer como tal durante un plazo bastante largo. Pero, en realidad, la utilización de los medios de inversión está lejos de ser perfecta. Incluso si se ha aplicado un sistema de planificación óptimo, el plan realmente seguido no puede permanecer óptimo durante muchos años, pues los cambios en la situación económica y los nuevos datos imponen constantes modificaciones del plan.

Puesto que las decisiones económicas deben aplicarse a una situación concreta y no a condiciones ideales, no podemos ignorar todos aquellos factores que desvían las evaluaciones o. d. de sus valores normales. En consecuencia, sería inadmisible reemplazar, en el cálculo económico del plan corriente, las evaluaciones o. d. por los valores normales, aunque el conocimiento de éstos pueda ser útil. La utilización del sistema de evaluaciones o. d. es igualmente necesario para el cálculo de la eficacia de las inversiones.

El conocimiento de estas evaluaciones es necesario para la elección de las inversiones. El grado de tensión en el balance de energía eléctrica en una región dada, caracterizado, en particular, por su evaluación o. d., per-

mite resolver el problema de si la construcción de una nueva central eléctrica debe realizarse en el mismo año o en el siguiente con métodos tradicionales o por un procedimiento más rápido. Gracias al empleo de esta evaluación la eficacia calculada reflejará esta tensión, lo que autorizará una juiciosa elección de la solución.

Las evaluaciones o. d. de los materiales de construcción, de la mano de obra de diversas categorías y las evaluaciones locativas de la maquinaria para la construcción permitirán una elección correcta de las soluciones y de los medios para su realización.

Es igualmente indispensable tener en cuenta las variaciones de las evaluaciones resultantes del incremento de la productividad y de la baja de los costes de trabajo debido a la mecanización. Para la estimación de la eficacia de la organización de una industria será esencial tener en cuenta las posibilidades de aparición, en el futuro, de sustitutos de sus productos poco costosos.

Para el cálculo de la eficacia de las inversiones, es de primera importancia, tener en cuenta la renta de los recursos naturales, la cual no queda reflejada en la evaluación normal. ¿Se puede evaluar, por ejemplo, la eficacia del regadío de unas tierras sin tener en cuenta la renta? También es esencial variar sistemáticamente las evaluaciones relativas, en particular, incrementar las correspondientes al trabajo y a las producciones que requieren una gran cantidad de mano de obra.

De todas maneras, dada la imposibilidad de prever con precisión la dinámica de las evaluaciones, el cálculo del efecto de las inversiones a largo plazo es particularmente complejo y poco fiable. Por esta razón admitiremos la utilización de las evaluaciones normales en lugar de las evaluaciones o. d., puesto que puede preverse fácilmente lo que será la dinámica de un índice único —la eficacia normal—.

Puede plantearse el problema de qué diferencia existe entre las evaluaciones o. d. y los precios en una sociedad capitalista. No trataremos en detalle este gran problema que requeriría por sí solo todo un estudio especial. Nos limitaremos a algunas observaciones.

A diferencia de los precios que aparecen espontáneamente en el mercado, las evaluaciones se obtienen a través del análisis del plan óptimo, y por ello se ve que las dos nociones son de naturaleza totalmente diferente. Pero ambas están determinadas objetivamente por los costos y las condiciones de la producción.

A pesar de las diferencias radicales entre las relaciones de producción en régimen capitalista y en régimen socialista, las relaciones cuantitativas que definen las evaluaciones o. d. y los precios del mercado son de naturaleza idéntica. Ambas están, en efecto, determinadas por los gastos necesarios de trabajo. En el régimen capitalista los precios de mercado oscilan alrededor de los precios de producción, mientras que en el régimen socia-

lista, en las condiciones de la planificación óptima, las evaluaciones o. d. tienen tendencia a aproximarse a las evaluaciones normales.

Ya hemos observado anteriormente que no sería ventajoso reemplazar las evaluaciones o. d. por las normales, y que es absolutamente necesario buscar las evaluaciones o. d. a través del análisis directo del plan óptimo. Al analizar la economía de la sociedad capitalista, donde se manifiestan también permanentemente diferencias entre los precios de mercado y los precios de la producción, la economía política marxista no se interesa en el estudio en detalle de estas desviaciones. Esta diferencia de trato está justificada por dos razones:

En primer lugar los medios de análisis. En las condiciones del mercado espontáneo capitalista las oscilaciones de precios tienen un carácter puramente fortuito. Están provocadas por tal número de factores que es dudoso que su estudio científico preciso sea posible. "En el conjunto de la producción capitalista, la ley general sólo se impone como tendencia dominante aproximadamente y de manera complicada y se presenta como un promedio de continuas fluctuaciones que es imposible fijar de manera precisa".[25] Por otra parte, en una economía socialista planificada es posible un análisis exacto si se han calculado las desviaciones de las evaluaciones o. d. en relación a las normales.

En segundo lugar, el objetivo del análisis. El análisis marxista de la economía capitalista tiene por objeto el estudio general de las condiciones de la producción capitalista y de las leyes fundamentales que la rigen; es natural, por lo tanto, que preste poca atención a los fenómenos e influencias temporales y transistorios.

En un régimen socialista el cálculo económico sirve de base a las soluciones prácticas y debe, en consecuencia, ser más preciso y detallado, tener en cuenta el conjunto de condiciones concretas y comprender los fenómenos temporales y transitorios.

3. *Vías de realización de la planificación óptima a largo plazo*

El problema de la elaboración del plan óptimo a largo plazo y sus índices

Los valores de la eficacia normal y del sistema dinámico de evaluaciones necesarios para el cálculo de la eficacia de las inversiones, se representan por índices económicos que caracterizan el plan óptimo para la economía nacional. Por esta razón su determinación está relacionada directamente con el establecimiento de este plan.

La elaboración de un método de cálculo del plan óptimo de la econo-

25. K. MARX, *El capital*, Éditions Sociales, 1957, libro III, tomo 1, p. 178.

mía nacional es un problema extremadamente complejo, que exige investigaciones intensivas y mucho trabajo práctico.

Intentaremos describir aquí los posibles enfoques de este problema, su carácter general y sus etapas, sin insistir sobre las enormes dificultades relativas a su realización. Haremos algunas consideraciones parciales de orden práctico referentes principalmente a la determinación previa de los índices del plan.

Como ya hemos dicho, el problema de la planificación a largo plazo puede esquematizarse de la siguiente manera: 1) Se poseen los datos relativos a todas las clases de recursos de que dispone el país y las perspectivas de crecimiento del trabajo y de los recursos naturales; 2) se conocen los diferentes procedimientos tecnológicos de producción, lo mismo que las formas de organización de la base de producción existente y de la misma aumentada por las inversiones: se posee, para estas bases, datos precisos respecto a los gastos necesarios y al volumen de producción; 3) se dispone de datos análogos para los procesos tecnológicos que aparecerán en el futuro, en el curso del período de tiempo cubierto por la planificación; 4) la estructura de la producción final destinada a la satisfacción de las necesidades personales y de la sociedad, la capacidad de producción, la rotación de stocks y, finalmente, la parte de la producción afectada a las inversiones en cada intervalo del período de planificación, se han determinado en función de las necesidades de la sociedad y teniendo en cuenta la situación (en el momento actual y a lo largo del plan).

Se trata de establecer el plan óptimo a largo plazo que asegure el crecimiento más rápido de las fuerzas de producción y el volumen máximo de producción.

Si se poseyeran en realidad todos estos datos, la elaboración del plan óptimo sería un problema análogo al que ya hemos examinado y cuyo método de resolución hemos descrito. Si no estuviéramos limitados en nuestros medios de cálculo, podríamos, a partir de los datos y objetivos fijados, construir un plan óptimo y determinar el sistema dinámico de las evaluaciones (para todas las clases de producción y factores de producción en cada intervalo del período planificado, en cada sitio), y también para cada intervalo, la eficacia normal de las inversiones.

Desde luego la obtención inmediata de un plan real en la forma indicada no es realizable: no es posible tener datos precisos de todos los recursos, de los millones de procesos tecnológicos imaginables para la producción de cientos de miles de productos, sin hablar de los procedimientos descubiertos durante el período de planificación. No pueden evaluarse con precisión las necesidades a largo plazo para todas las clases de producción, mucho menos si se tiene en cuenta que la estructura de los gastos de producción juega un papel en la distribución de las necesidades. Aun si fuera posible obtener estos datos, es dudoso que se consi-

guiese operar con ellos, incluso contando con el empleo de técnicas modernas.

Finalmente, si tal plan fuera elaborado para todo el período, su realización podría encontrar dificultades no despreciables, pues el conjunto del plan debería modificarse a cada situación imprevista que se presentara en el curso de su ejecución.

Sin embargo, a pesar de la imposibilidad práctica de seguir al pie de la letra este esquema global de elaboración del plan, su concepción y, especialmente, un conocimiento claro de los datos convenientes y de las características de este plan, pueden constituir una ayuda preciosa tanto para la elaboración práctica del mismo y de sus índices como para la comprensión de los problemas económicos particulares.

Ciertamente, el plan óptimo a largo plazo, no puede ser elaborado en su forma definitiva al primer intento. Su construcción debe ser un proceso de continua creación y sucesivas mejoras, constituidas por las numerosas etapas de transformación, no solamente del plan y de sus índices, sino también de los datos de partida y de los objetivos.

La mejora final del plan debe producirse durante su ejecución.

Algunas particularidades de la planificación a largo plazo

Sin intentar dar un método de elaboración del plan óptimo y de sus índices, destaquemos solamente algunos puntos que permitirán superar las dificultades encontradas.

1. Para la determinación sumaria de las líneas generales del plan y de sus índices principales —nivel de eficacia normal y sistema dinámico de las evaluaciones —puede utilizarse un modelo simplificado de la economía nacional. Este modelo, construido para un grupo de productos y de servicios (combustible, laminado, máquinas-herramienta, energía eléctrica, capacidades de producción, transportes, etc.) sobre la base de datos obtenidos con ayuda de métodos estadísticos, puede cubrir algunas decenas o centenas (y no cientos de miles) de productos, factores de producción tipo, y datos relativos a los gastos de los diversos procesos tecnológicos (comprendidos los que requieren inversiones).

Este modelo puede analizarse con los métodos descritos anteriormente (conclusiones 25-26). Con ayuda de las técnicas del cálculo electrónico este análisis puede efectuarse en un tiempo relativamente corto.

Los resultados así obtenidos sólo dan las líneas generales del plan óptimo. Los índices del plan (eficacia normal, dinámica de las evaluaciones), si bien adoleciendo de gran imprecisión, son de un carácter general y están sujetos a importantes modificaciones por ulteriores perfeccionamientos del plan, dando indicaciones preciosas sobre la orientación del proceso de planificación.

2. El análisis del plan en curso tiene una importancia muy grande

para el establecimiento del plan óptimo a largo plazo. Pueden obtenerse informaciones respecto a las necesidades de la sociedad y la estructura de la producción final. El plan del período siguiente puede considerarse como una versión modificada del plan en curso.

Del análisis del plan corriente se pueden sacar también datos reales sobre los gastos (*inputs*) en recursos naturales para la producción de los diversos productos y servicios e, igualmente, sobre las inversiones necesarias para la creación de las capacidades de producción requeridas. En la determinación de los costes es necesario tener en cuenta no sólo los correspondientes a materiales y trabajo, sino también otros tales como el uso de recursos naturales, el alquiler del equipo y de espacio productivo (renta, evaluación locativa) que corrientemente se omiten en el análisis. Por ejemplo, la comparación de los gastos de fabricación de fibras sintéticas y naturales sería totalmente falsa si no se tuviera en cuenta la evaluación locativa del equipo en el primer caso, y la renta del suelo en el segundo.

De la misma manera, el problema de la utilización de los transportes por agua en lugar de por ferrocarril para el aprovisionamiento de minerales u otras producciones de la industria extractiva, no puede resolverse correctamente sin tener en cuenta el grado de saturación de las vías férreas (por la evaluación locativa) y la inmovilización de recursos en forma de stocks (por la norma de eficacia).

Es evidente que los datos relativos a los recursos disponibles deben obtenerse del análisis de la situación de la economía nacional y de los índices del plan en curso. Del examen de los rasgos fundamentales de este plan y de la experiencia industrial se inducirán las características de los procesos tecnológicos utilizados durante el próximo período y en el futuro.

Así, la elaboración del plan óptimo puede conseguirse como un proceso continuo de mejora de un plan inicial a largo plazo simplificado.

Finalmente, el análisis del plan en curso y las soluciones técnicas y perspectivas que del mismo se deducen permiten obtener un valor indicativo de los índices del plan óptimo, al igual que se ha procedido anteriormente para los índices del plan óptimo corriente (capítulo II, sección 8, p. 136). Pero no hay que perder de vista nunca los límites de un análisis de este tipo.

La armonía entre las diversas evaluaciones es una de las propiedades del plan óptimo. El plan realmente llevado a la práctica no es óptimo, y sus índices pueden reflejar condiciones contradictorias. Los valores aproximados de las evaluaciones se calcularán a partir de la observación de procesos de producción plenamente justificados, utilizados sistemáticamente y racionales. Se rechazará toda evaluación que provenga de una utilización fortuita e injustificada de los medios, no correspondiente al nivel de desarrollo de las fuerzas de producción.

Las contradicciones que podrían aparecer después de este análisis revisten un carácter real, vital, pero desaparecerán con ocasión del proceso de mejora del plan.

3. Uno de los elementos que provoca mayores dificultades en la realización del esquema de elaboración del plan es la necesidad de poseer datos relativos a los innumerables procedimientos tecnológicos posibles (comprendidos los relativos al aumento de la capacidad de producción). La obtención de estos datos presenta serias dificultades (comparación de proyectos técnicos, cálculos, experimentos, y datos de la experiencia). El número de procedimientos que parecen racionales y para los que haría falta, en consecuencia, poseer datos, es muy grande. De hecho, en el plan óptimo sólo se utilizará un número relativamente pequeño de los mismos, es decir, que los datos relativos a una gran parte de procedimientos no serán necesarios. El método de mejoras sucesivas permite evitar las investigaciones inútiles. En realidad, según los valores indicativos de las evaluaciones (Cf. 1), 2)) y las redacciones preliminares del proyecto, algunos procedimientos tecnológicos ya pueden eliminarse como no económicos, en las condiciones dadas y, por lo tanto, el proyecto detallado y la obtención de datos completos sólo son indispensables para aquellos procedimientos tecnológicos que tienen posibilidad de ser mantenidos en el plan final.

4. Para establecer el plan a largo plazo al mismo tiempo que los procedimientos tecnológicos conocidos conviene tomar en consideración los procesos técnicos que harán su aparición en el curso del período bajo examen.

Para tener en cuenta las mejoras en la tecnología es necesario aventurar pronósticos sobre el desarrollo de la técnica. En algunos casos bastará basarse en los presuntos progresos de las nuevas técnicas; en otros, al contrario, habrá que partir de la experiencia adquirida y planificar la mejora de los procesos tecnológicos (incremento de la productividad, reducción de gastos específicos, etc). Desde luego estos datos serán muy aproximados.

Esto, sin embargo, no tiene gran importancia pues las novedades técnicas sólo actúan plenamente pasado cierto número de años y no tienen influencia sensible en las evaluaciones durante los primeros años de la planificación.

5. Evidentemente, la previsión relativa a los valores de la eficacia normal puede ser mucho más fácil y precisa que para el sistema dinámico de evaluaciones.

De sus valores se pueden deducir las evaluaciones normales aproximadas que pueden reemplazar, en los cálculos indicativos, el sistema dinámico de evaluaciones. No obstante, conviene no olvidar la interdependencia de las evaluaciones normales de los diversos productos, pues algunos de ellos entran en la categoría de gastos de ciertas producciones: las

evaluaciones de estos productos deben, pues, definirse simultáneamente. Pero, aunque esta dificultad no pueda considerarse despreciable, es evidente que la obtención del sistema de evaluaciones normales es más fácil que la del sistema dinámico de evaluaciones.

Hay que destacar que el sistema normal de evaluaciones sólo puede tener una aplicación limitada, pues tiene cierto carácter de abstracción: es extraño a la estructura de la producción y a las capacidades de producción disponibles.

Por lo tanto, es natural, que el sistema normal de evaluaciones, que no refleja las exigencias concretas a las que el plan deberá hacer frente, no puede utilizarse en la búsqueda de soluciones relativas a los próximos años. Pero da indicaciones preciosas y puede considerarse como una aproximación al sistema dinámico. Puede, pues, utilizarse en el cálculo de la eficacia de las inversiones de los años futuros, cuando toda determinación del sistema de evaluaciones presentaría serias dudas en cuanto a su propia validez.

En lo que respecta a las evaluaciones de los gastos y de la producción en curso durante el primer período del plan a largo plazo, la mejor aproximación la proporcionará el sistema de evaluaciones o. d. en vigor en el momento de la elaboración del plan.

Es importante destacar que las evaluaciones normales no indican, en absoluto, si los recursos naturales limitados se utilizan de la mejor manera en la realización del plan. Por ello solamente se puede recurrir a ellas, aun a título puramente indicativo, para las ramas de la producción industrial en que este elemento no juegue un papel esencial.

6. Para la elaboración del plan óptimo se ha supuesto que la estructura de la producción final y las necesidades eran datos conocidos.

Esta hipótesis es, en cierta medida, indispensable pues la estructura de la producción final y la parte de la misma destinada a la inversión se define por las necesidades de la sociedad (consumo privado y necesidades sociales). Estas necesidades son función de causas extraeconómicas y se establecen a partir de la situación general política y económica. Sin embargo, no es indispensable conocer la estructura de la producción final en detalle y con precisión absoluta para un gran número de años.

En primer lugar, puesto que sólo se trata de la producción final, las producciones intermedias y las capacidades de producción [26] son, en cierta medida, independientes de la misma, que se definen y concretan en el proceso de elaboración del plan. En este sentido, los datos relativos a la estructura de la producción final responderán a condiciones bastante menos estrictas que en la planificación corriente.

---

26. Las capacidades de producción no figuran en los datos inmediatos más que para algunos casos aislados.

En segundo lugar, es suficiente que la estructura de la producción final esté definida por índices generales (tejido, productos alimenticios, viviendas, etc). Una división más detallada de la producción se obtiene en el curso del proceso de elaboración del plan, teniendo en cuenta los gastos sociales necesarios de producción de los diferentes bienes y sus evaluaciones.

La parte de la producción final reservada a los bienes de consumo debe igualmente corregirse en función de la demanda de los consumidores. Sin embargo, aquí no nos detendremos en esta cuestión.

7. La coordinación del plan a largo plazo y el plan corriente es un aspecto importante del proceso de planificación. El plan a largo plazo determina, en gran medida, la estructura de la producción del corriente, especialmente, en lo que se refiere a la obtención de medios de producción y al movimiento de stocks. Sin embargo, los elementos e índices del plan corriente y, en particular, las evaluaciones o. d. (y los datos relativos a la estructura de los costes) que son más precisas y realistas pueden utilizarse en la construcción de un sistema de evaluaciones y en la elección de las soluciones del plan a largo plazo. Su empleo es particularmente útil para el establecimiento del orden de prioridad en el incremento de las capacidades de producción, en el cálculo de los gastos de diversos proyectos y en la elección de variantes.

8. El plan a largo plazo es, naturalmente, menos preciso y detallado a medida que se aleja en el tiempo. Esto vale igualmente para sus índices económicos. Los elementos del plan deben precisarse y concretarse a medida que se aproxima el período de realización, no adoptando su valor definitivo más que en el mismo proceso de ejecución del plan. El sistema de evaluaciones o. d. constituye el mejor instrumento de esta progresiva mejora.

9. La coordinación del plan general de la economía y los planes de los sectores, regiones económicas, empresas particulares, sovjoses y koljoses, es un elemento muy importante de la planificación a corto y largo plazo.

Sobre la base del plan general de la economía habida cuenta de los objetivos principales y los balances de los sectores y regiones económicas, se establece un plan a largo plazo más detallado para los sectores particulares, las regiones económicas y las empresas. El empleo de los índices del plan óptimo facilita la coordinación de los planes. Por una parte, el conocimiento, aun aproximado, de la dinámica de las evaluaciones generales permite tener en cuenta la situación general, los componentes parciales de la producción, la utilización de las materias primas y los materiales producidos por los otros sectores y las otras regiones en la elaboración de los planes locales. Por otra, la elaboración de un sistema local de evaluaciones o. d. y de su dinámica a base de los datos del plan general (programas de producción, volumen de medios de inversión) cons-

tituye el mejor de los instrumentos de coordinación de estos planes. Diremos también que las diferencias en las relaciones de las evaluaciones o. d. de las producciones (o las diferencias de las normas de eficacia) sugieren transferencias de recursos, susceptibles de mejorar el plan general.

10. Señalemos, finalmente, que es esencial estimular la realización del plan óptimo y aun su superación por el cálculo de los rendimientos y el aliento de los responsables de la economía. Con esta finalidad sería muy útil la instauración de un sistema de balances e índices que permitan controlar la realización de los objetivos del plan óptimo, o su superación, mediante la utilización racional y el descubrimiento de nuevos recursos. Hay que esperar que la determinación de las características fundamentales de los planes a corto y a largo plazo (evaluaciones o. d., eficacia normal) darán las bases necesarias para la elaboración de estos índices. Ya hemos visto algo sobre esta cuestión al examinar la planificación corriente.

Desde luego, existe también el problema de la utilidad del cálculo de la norma de eficacia en la asignación del capital circulante, créditos bancarios para las inversiones a corto plazo, del respeto de los plazos de entrega o de su anticipo, en fin, de la aceleración de la construcción.

Uso práctico del método de cálculo de la eficacia de las inversiones de capital

El método de cálculo de la eficacia de las inversiones que hemos expuesto, se relaciona directamente con la planificación óptima a largo plazo y con sus índices (dinámica de las evaluaciones y eficacia normal). Es evidente que la realización de un plan y el cálculo de esos índices exige largos trabajos preparatorios así como la adquisición de una gran experiencia (antes se han hecho algunas consideraciones sobre el camino a seguir). El problema que ahora se plantea es determinar en qué medida el análisis expuesto y el método de cálculo de la eficacia que se deriva de él, podrían ser empleados de alguna manera en la realización del sistema general de planificación óptima.

Ante todo es necesario comprender la dependencia cualitativa de los diferentes factores que definen la eficacia de las inversiones así como los principios de selección racional de las inversiones que constituyen la base de este método. El análisis destaca en toda su importancia los siguientes aspectos: las relaciones entre la eficacia real de las inversiones y el plan óptimo general; la evaluación de los efectos de la inversión desde el punto de vista de la economía nacional y no de los intereses locales o particulares; la influencia de la situación concreta en el curso del período considerado; la insuficiencia del cálculo de la eficacia a partir de los precios de coste y la necesidad de tener en cuenta todos los factores fundamentales de la economía que determinan la eficacia del trabajo, de una manera objetiva y cuantitativa; la inserción de los gastos indirectos (evaluación

locativa y renta); la reducción a un mismo período de los gastos y del valor de la producción en el tiempo; el papel que desempeñan las evaluaciones dinámicas; la función de los factores que definen el valor de la eficacia normal; las particularidades de las inversiones importantes e indivisibles, etc.

Aun en ausencia de datos para la aplicación inmediata del método expuesto, la toma en consideración de dichos elementos en el análisis puede proporcionarnos indicaciones útiles sobre aquellos aspectos del problema que merecen una especial atención. Además muchas veces es posible tenerlos en cuenta de una manera cuantitativa aproximada y en ocasiones de una manera indirecta.

Ya hemos indicado que solamente es posible obtener valores suficientemente precisos de los índices de un plan óptimo de la economía nacional (eficacia normal y evaluaciones dinámicas) si se emplea un método apropiado en la construcción del propio plan. Por tanto, no es posible contar con ellos para un futuro próximo. Con todo, a partir de métodos más simples pueden conseguirse valores aproximados de los índices, que pueden ser susceptibles de ulteriores mejoras.

En primer lugar habrá que utilizar un modelo simplificado de la economía nacional. Como ya hemos observado, los resultados así obtenidos no pueden proporcionarnos más que indicaciones sobre el plan óptimo. Los resultados más válidos vendrán dados por los índices del plan óptimo que suministran interesantes indicaciones sobre el análisis de la eficacia de las inversiones, especialmente cuando hay que tener en cuenta la interdependencia del sector en cuestión con la economía en su conjunto o con otros sectores. También el examen de las soluciones sistemáticamente aplicadas en el plan corriente, es susceptible de suministrarnos índices indicativos del plan óptimo.

Es particularmente importante llegar a obtener valores correctos de la eficacia normal. Aparte de obtenerse de los resultados del análisis del modelo, dichos valores pueden determinarse a partir del plan en curso de realización. En tal caso, pueden utilizarse por un lado datos globales de la economía como el aumento de la productividad del trabajo, el incremento de la renta nacional y el volumen de las inversiones; pero no hay base alguna para considerar a estos índices como indicadores directos del valor de la eficacia normal. Por otra parte, el análisis de numerosos ejemplos de inversiones típicas ya realizadas, así como de inversiones no realizadas debido a la limitación de los medios de inversión puede prestarnos indicaciones útiles.

A partir de los valores de la eficacia normal y con arreglo a los datos relativos a las inversiones parciales y a su estructura, pueden determinarse de una manera aproximada las evaluaciones normales de los productos que no van estrechamente unidas a la utilización de los recursos naturales más productivos. Estas estimaciones deben perfeccionarse te-

niendo en cuenta las relaciones existentes entre dichas evaluaciones. También pueden utilizarse para la obtención de valores más precisos de las evaluaciones normales, los datos de los cuadros de interdependencias intersectoriales.[27] Las evaluaciones normales así obtenidas pueden emplearse en el cálculo, como valores aproximados de las evaluaciones o. d., en especial si se trata de los períodos más remotos.

La aplicación inmediata del método de la planificación óptima plantea menos dificultades cuando se trata de elaborar o mejorar el plan de desarrollo a largo plazo de un sector, por ejemplo de la producción metalúrgica o de energía de una región económica importante. En este caso puede partirse de los datos correspondientes al desarrollo de este sector en el plan general: recursos disponibles cada año, expresados en dinero y en términos reales, mano de obra, principales materias y capacidad de producción. Entonces las diversas variantes proyectadas (definidas por los procesos tecnológicos, volumen, plazos de realización) proporcionan una base para el establecimiento del plan óptimo y el cálculo de sus principales índices. De este plan puede esperarse un notable aumento del volumen de la producción y una aceleración del ritmo de crecimiento con los mismos costes. Además, las evaluaciones de la producción y de las materias consumidas, las evaluaciones locativas de la capacidad de producción y el valor implícito de la eficacia normal suministran interesantes indicaciones sobre las modificaciones que eventualmente hay que realizar en los planes de los sectores relacionados con el sector en cuestión, modificaciones que, por ejemplo, pueden consistir en la transferencia de fondos de una actividad a otra o de inversiones de uno a otro sector.

Análoga situación puede originarse con respecto a la elaboración o mejoramiento del plan de desarrollo a largo plazo de una región económica. En tal caso, inicialmente, la interdependencia con las demás regiones puede estar de acuerdo con los datos del plan y después ser corregida y ajustada según el plan óptimo.

Finalmente, constituye un problema de gran interés la posibilidad de utilizar los métodos expuestos para medir la eficacia de una inversión cuando no se dispone de los indicadores de un plan óptimo para el conjunto de la economía.

Aun cuando todavía carezcamos de la experiencia adecuada, tal punto de partida nos parece perfectamente plausible. Ciertamente no pueden alcanzarse con estos procedimientos resultados muy aproximados, pero a pesar de todo llegaremos a conclusiones más correctas que las obtenidas por los métodos habituales.

Las consideraciones que siguen tienen relación con la aplicación de nuestro método. La particularidad más importante de este procedimiento

---

27. Véase a este respecto el apéndice I, p. 248.

radica en el hecho de que una inversión particular no debe ser examinada de una manera abstracta, por sí misma, sino por lo contrario de una manera concreta en conjunción con el plan corriente general. Por tanto, *al analizar el problema de si está justificada una determinada inversión de capital, es de un alcance decisivo la comparación de los efectos de su realización bajo las condiciones dadas* (siendo de particular importancia considerar las condiciones locales) *sobre el conjunto de la economía, con los costes que implica su puesta en marcha.*

La expresión numérica de la eficacia de una inversión, que hemos introducido en la sección 2, constituye una característica suficientemente objetiva. El valor de dicha eficacia permite juzgar la racionalidad absoluta de una inversión así como comparar dos inversiones concurrentes.

Con todo, el cálculo de la eficacia de una inversión presenta dificultades en ausencia de los datos necesarios y especialmente, de las evaluaciones o. d. y de su dinámica. Sin embargo, en numerosos casos puede obtenerse una estimación aproximada y satisfactoria a partir de los datos habituales de cálculo de los precios de coste, con tal de efectuar un cierto número de correcciones y complementos. Tomaremos nota de los siguientes puntos que en esta investigación presentan una importancia particular (para fijar conceptos supondremos que se trata del proyecto de una empresa destinada a mantener una producción dada).

1. Por un lado es menester definir con una precisión mayor a la corriente, el plazo de puesta en explotación de la nueva empresa y, por otro, el tiempo de aparición de los principales gastos durante el período de construcción y de montaje. La puesta en explotación debe ser tan pronto como sea posible y la aparición de los gastos tan alejada como se pueda.

2. Hay que prever y calcular cuidadosamente la dinámica de disminución de los precios de coste en relación a las materias más importantes, a los materiales de construcción y al trabajo. En ciertos casos, esta reducción puede estimarse de manera indicativa. En otros, las evaluaciones (para las materias y trabajos esenciales) pueden basarse en datos locales reales, en los proyectos de organización de la producción de estas materias y en las condiciones de ejecución del trabajo. En las grandes excavaciones, pongamos por caso, hay que considerar los costes del proyecto real y no las normas admitidas en general.

3. Una correcta determinación de la evaluación (en el plan nacional) de la producción básica de la empresa constituye un elemento particularmente importante. Para su cálculo, puede procederse de dos maneras: *a*) según la evaluación de los efectos de utilización de los productos en otros sectores; *b*) según los costes necesarios para obtener la misma producción (o su equivalente) por otros procedimientos. En el primer caso, la evaluación puede obtenerse por el cálculo de las economías resultantes del empleo de esta producción o con arreglo al precio de coste de la producción que sustituye. Este camino es el único practicable cuando la

producción en cuestión sólo procede de la empresa en proyecto. En el segundo caso, los costes necesarios para obtener en otra parte esta misma producción o sus sustitutos se deben calcular de acuerdo no con los datos medios, sino teniendo en cuenta el coste adicional de la producción suplementaria destinada a reemplazar la de la empresa proyectada.

En algunos casos, estos costes son superiores a la media (transportes a grandes distancias, materias primas de inferior calidad o pozos de mina más profundos, etc.). En otros, son inferiores a la media (existencia de capacidad de producción no utilizada, de medios de producción más perfectos, etc.). Por ejemplo, al comparar las fibras artificiales con la lana o el algodón, hay que tener en cuenta el hecho de que el aumento de la producción de estos últimos debe ir acompañado de la explotación de nuevas tierras (menos fértiles) o de la transferencia de otros cultivos a estas tierras con el consiguiente aumento de gastos, o bien, de inversiones para el regadío de nuevos terrenos. Estas consideraciones también tienen su importancia para la evaluación de las materias primas y los materiales de construcción.

4. En la evaluación de las materias primas y de los materiales, los costes y los precios pueden corregirse mediante coeficientes de escasez que caractericen la complejidad y la carga del equipo. En ciertos casos, estos coeficientes pueden proceder de valores medios, corregidos en función de desviaciones observadas con respecto a estos valores medios de las diversas inversiones en la rama considerada (teniendo en cuenta el valor indicativo de la eficacia). En otros casos, pueden resultar de cálculos concretos basados en el grado de carga del equipo similar y los gastos reales necesarios para asegurar, en otra parte, una producción equivalente a la del proyecto.

Aún sería más eficaz un sistema previsional de evaluaciones (o de coeficientes correctores de los precios) de las principales clases de producción relativas a los gastos sociales totales, elaborado, por ejemplo, por el Gosplan, la Administración Central de Estadística y el Comité Técnico-Científico. Tal sistema se destinaría exclusivamente en un principio al cálculo de proyectos y a los cálculos técnico-económicos estimados aisladamente (pero no para el conjunto de la economía jozraschet). Podría ser corregido posteriormente por la experiencia.

5. Análogos principios pueden aplicarse a la evaluación de los costes relativos al empleo de equipo en la construcción de edificios. Su evaluación locativa puede determinarse a partir de su coste de construcción, o, de manera más precisa para el material especializado, a partir de los efectos que su utilización podría producir en otras partes. Se podría tener en cuenta, por ejemplo, la disponibilidad del equipo una vez concluidas las obras del edificio.

6. También deben incluirse en los cálculos los costes de transporte,

teniendo en cuenta el grado de saturación de las vías férreas, los canales y los otros medios de transporte.

7. Pueden aplicarse coeficientes de escasez a los costes de mano de obra si se trata de categorías (definidas según la cualificación, estado físico) de las que el país (o la región) está particularmente necesitado. En otros casos, al contrario, la dificultad de ocupar la totalidad de los cuadros formados y organizados, podrá aconsejar la introducción de coeficientes de escasez inferiores a la unidad.

El camino que acabamos de describir carece de precisión y no es capaz de reemplazar el análisis que proporciona la aplicación del método de la planificación óptima. No puede considerarse más que como un paliativo temporal a las insuficiencias más destacadas de los cálculos habituales. Pero puede prestar servicios apreciables en la selección de inversiones y especialmente en la comparación entre dos empresas que producen los mismos bienes. En este caso, en efecto, se eliminan las dificultades de evaluación de la producción, y se justifican mejor las diferentes correcciones, puesto que son comunes a ambas variantes y, así, el error cometido en las evaluaciones relativas es de poca importancia.

La introducción de estas correcciones siempre representa un progreso en relación a la comparación habitual de los plazos de recuperación. Pero aún esta última aproximación es preferible a la evaluación simplemente cualitativa de la eficacia.

Finalmente, nos parece que, incluso en las decisiones basadas en consideraciones habituales, puede ser útil tener en cuenta (numérica o incluso cualitativamente) las nociones que se deducen del análisis del plan óptimo: cálculo de los plazos de construcción y concentración de las inversiones (sustitución del concepto de plazo de recuperación por el de eficacia), amortización según la duración real del servicio, particularidades de las inversiones indivisibles (influencia de las inversiones satélites). A pesar de todo conviene no olvidar el carácter relativo de los resultados así obtenidos y los elementos de los que este cálculo ha hecho abstracción.

4. *Comparación con otras concepciones sobre el cálculo de la eficacia de las inversiones. Conclusión*

Una multiplicidad de índices económicos intervienen en la elección de decisiones: precio de coste de la producción, productividad del trabajo, inversiones específicas de capital, gastos de trabajo y materias primas, etc. La comparación directa y simultánea del conjunto de los índices de dos variantes no puede aportar ninguna solución al problema, a pesar de que todavía algunos economistas[28] adoptan este procedimiento. Tal intento

28. G. D. Bakuliev: *Problemas de la ciencia económica en la automatización de la producción industrial*, 1956. Informe presentado en el curso de la sesión plenaria de la Academia de Ciencias de la URSS dedicada a los problemas científicos de la

no puede tener sino algunas aplicaciones prácticas de alcance muy limitado. Desde este punto de vista, la elección solamente es indiscutible (y generalmente correcta) cuando una de las variantes es mejor que la otra en todos los índices; cuando se introduce una eficaz mejora técnica en un proceso de producción, sin que su realización entrañe importantes gastos. Pero entonces no hay necesidad de efectuar un análisis económico. Habitualmente, la comparación de diversos índices lleva a conclusiones contradictorias y en consecuencia, la elección es de orden cualitativo y está tachada de subjetividad. En la práctica es preciso sintetizar los dos índices de coste fundamentales: el coste por unidad de producto y el coste de la inversión particular. Esta exigencia ha sido puesta de manifiesto por la práctica de la planificación y expresada por numerosos economistas. Se han propuesto diversos índices económicos sintéticos: plazo de recuperación, eficacia de las inversiones, valor actual (teniendo en cuenta un cierto porcentaje de los recursos invertidos, etc.). Se propone la normalización (o comparación) de tales índices como un procedimiento que permite la elección de soluciones correctas.

En la actualidad este principio ha sido generalmente aceptado [29] y no vamos a detenernos en los trabajos de economistas (como Levin y otros) que sostienen opiniones contrarias, ya que sus concepciones, que en su tiempo han perjudicado mucho la utilización eficaz de los métodos de inversión, se hallan totalmente superadas.

Nuestra manera de enfocar el problema de la eficacia de las inversiones, basado en el cálculo de la eficacia normal, parte, en su forma más simple, del mismo principio que los métodos adoptados o actualmente discutidos y compararla con ellos puede ser interesante por más de un concepto. Sin embargo, no intentamos proceder ahora a una revisión del conjunto de la literatura consagrada a esta cuestión ni tampoco a un examen crítico tanto más teniendo en cuenta que generalmente las tesis discutidas no han sido publicadas de una forma suficientemente detallada. Simplemente intentamos aclarar las diferencias esenciales que las distinguen de nuestro análisis y hacer observar las características de nuestra concepción.

Primera característica. — *La existencia de la eficacia normal y el criterio de racionalidad de las inversiones basado en la comparación de su*

---

automación. Del mismo autor, *Criterios e índices básicos para determinar la eficacia de las inversiones en la industria.* Moscú, publicado por la Academia de Ciencias de la URSS en 1958. P. ORLOV e Y. ROMANOV, *Problemas metodológicos en la comparación de variantes en los proyectos de construcción* (*Voprosy Ekonomiki.* Problemas de Economía, 1956, n.° 1).

29. Véanse "Métodos provisionales para determinar la eficacia de las mejoras técnicas", *Gostechnika de la URSS,* 1956. En relación con este tema, pueden examinarse el artículo de I. G. KURAKOV, "Algunos problemas del desarrollo tecnológico bajo el socialismo" (*Voprosy Filosofii,* 1956, n.° 1, p. 14) y la subsiguiente discusión en el *Promyshlenno-ekonomicheskaya gazeta* (Periódico económico de la producción), 1956.

eficacia esperada con la eficacia normal, se fundan científicamente en el análisis del plan óptimo a largo plazo.

Dicho de otra manera, este criterio se establece a partir del análisis de las condiciones de producción de una economía planificada socialista. El análisis demuestra que la producción alcanza su volumen máximo y las fuerzas de producción consiguen el crecimiento más rápido cuando se emplea el método de la eficacia normal. Este criterio está relacionado orgánicamente y de una forma continua con el sistema de índices definidos por el plan óptimo que, en los diversos períodos compara los diferentes costes (evaluaciones o. d. y su dinámica).

Según nuestra interpretación, el principio de la eficacia normal no es autónomo sino derivado; desempeña un papel auxiliar. El plan a largo plazo no viene definido en modo alguno por este criterio, antes al contrario, los índices fundamentales del criterio (eficacia normal, dinámica de las evaluaciones o. d.) están definidos por la situación económica y los problemas resueltos por el plan óptimo. El criterio no es sino un procedimiento que permite conseguir la mejor solución.

El criterio de eficacia propuesto por algunos economistas descansa sobre diferentes bases. El camino seguido puede, a veces, ser semejante al nuestro (cf. págs. 145, 152). Pero con pérdida evidente de realismo la eficacia no se establece según las evaluaciones o. d., sino según precios corrientes y precios de coste.

A veces, se echa mano de un índice único que engloba los precios de coste y los costes de la inversión. Sin embargo, la formación de tales índices así como el plazo de recuperación no está suficientemente fundamentado ya que pueden imaginarse otras formas de agregación de los diversos costes.

Finalmente, la elaboración de un índice obteniendo el valor actual mediante porcentajes no carece de analogía con el cálculo de los gastos financieros en el capitalismo. La referencia que se hace a la teoría de los precios de producción de K. Marx no es convincente (Y. S. Malishev, L. A. Vaag).[30]

No queda claro por qué la ley del valor formulada por el capitalismo puede ser transplantada mecánicamente en la versión modificada de los precios de producción a la sociedad socialista. El hecho de designar la producción destinada a la sociedad por la misma letra *m* que la plusvalía, no las llega a hacer idénticas y no autoriza a afirmar que en un régimen socialista, el excedente también debe ser proporcional a la inversión de capital.

Debemos precisar que nuestra crítica no se dirige tanto a las conclu-

30. I. S. Malyshev: *Voprosy Ekonomiki* (Problemas de economía), 1957, n.° 3; L. A. Vaag, *Problemas generales sobre la evaluación de la eficacia en las inverstones de capital* (Academia de Ciencias de la URSS, Moscú, 1958).

siones de los autores cuando al punto de partida de su procedimiento. Sin fundamentación correcta no se puede comprender ni formular de una manera precisa una situación dada ni se puede modificarla como convendría. Ello se hará evidente en el curso de otras comparaciones.

Segunda característica. — *La eficacia normal se aplica de una forma particular: los costes y la evaluación de los productos se reducen a un mismo período, lo cual permite abarcar las situaciones y condiciones más diversas.*

Las conclusiones 24, 25 y las observaciones 1-6, págs. 156-158, permiten tener en cuenta los más diversos elementos: plazos de construcción y distribución de los gastos a lo largo de estos períodos, variaciones del volumen de producción y de los gastos corrientes durante el período considerado, plazos reales de amortización de los gastos (renovación y mantenimiento), dinámica de la eficacia normal. Esta ventaja aun cuando sea de orden técnico más bien que de principio, la estimamos completamente esencial.

Ya hemos hecho observar que habitualmente se emplean los índices: período de recuperación y eficacia de la inversión,

$$t = \frac{K_2 - K_1}{C_1 - C_2}, \qquad \nu = \frac{1}{t} = \frac{C_1 - C_2}{K_2 - K_1}.$$

Su normalización en los casos más sencillos (cuando coinciden los datos correspondientes) conduce a idénticas conclusiones que nuestros cálculos (si no se consideran las diferencias esenciales como el principio mismo de establecimiento de una norma y del empleo de las evaluaciones), pero en los casos complejos su aplicación es inaceptable. Así aun cuando sea constante el ahorro anual, si el plazo de realización no es ni muy largo ni muy corto, estas fórmulas llevan a otros resultados manifiestamente incorrectos (cf. observación 3, p. 156).

Mayor flexibilidad ofrece la comparación de las variantes según los valores reducidos de la producción,[31]

$$p_1 = C_1 + nK_1, \qquad p_2 = C_2 + nK_2$$

(en que C_1 y C_2 son los costes de producción de la unidad de producto y K_1 y K_2 las inversiones particulares). Permite comparar simultáneamente diversas variantes teniendo en cuenta el período de construcción. Con todo, este procedimiento no permite interpretar todos los casos prácticos de importancia.

---

31. Tal comparación ha sido propuesta por V. V. Novojilov (en la obra antes citada), Z. F. Chujanov y L. A. Vaag.

Z. F. Chujanov [32] ha intentado mejorar el cálculo de la eficacia en algunos casos particulares. Esencialmente el autor introduce un tipo de interés continuo (cálculo de la norma de eficacia en un intervalo infinitamente pequeño) efectuando de esta manera la reducción de los gastos a un mismo momento con la ayuda de ecuaciones diferenciales. Aun cuando los cálculos de Z. F. Chujanov sean exactos y el autor de este libro no se oponga, antes al contrario, a la aplicación de las matemáticas superiores a la economía, nos parece que en tal caso esta aplicación no está justificada.

Lo que se gana en precisión mediante un cálculo continuo no presenta interés práctico, ya que la corrección es notoriamente inferior a los inevitables errores cometidos en la evaluación de los propios índices.[33] Al mismo tiempo, el empleo de las fórmulas correspondientes exige numerosas hipótesis simplificadoras (norma constante de eficacia, mantenimiento del mismo volumen de ahorro, distribución uniforme de los gastos de construcción) que reducen de una manera considerable su campo de aplicación o bien exigen el empleo de datos medios que reflejan de una manera imperfecta la realidad.

Estas observaciones sólo se refieren a este problema particular y no ponen en tela de juicio el conjunto de la obra de Z. F. Chujanov donde se encuentran consideraciones claras y determinadas sobre el alcance del cálculo de la eficacia de las inversiones para conseguir una asignación racional de los recursos y sobre un conjunto de problemas técnico económicos. En realidad, el autor deslumbrado por el resultado de sus cálculos, olvida la deficiencia de los datos y de los índices que utiliza y expresa de una manera categórica conclusiones insuficientemente fundamentadas e incluso incorrectas junto a resultados completamente válidos.

Tercera característica. — *La eficacia (al calcular el coste de inversión y el coste total de la producción) no se calcula sobre la base de los precios vigentes y de los precios de coste, sino sobre la base de las evaluaciones de la producción, objetivamente determinadas por la situación y el plan óptimo.*

El criterio de eficacia fundado en la comparación de la eficacia prevista con la eficacia normal está relacionada orgánicamente y de manera continua con el sistema de índices determinados por el plan óptimo, que miden los diversos gastos en diferentes períodos (evaluaciones o. d. y su

---

32. Z. F. CHUJANOV, *El proceso de gasificación del coque y el problema de la gasificación subterránea del fuel* (capítulo V), Academia de Ciencias de la URSS, Moscú, 1957.

33. Por ejemplo, si efectuamos un cálculo continuo con una eficacia normal equivalente al 10 %, 100 rublos se convierten en 110 rublos 54 kopeks en el siguiente período y no en 110 rublos. Con todo, aunque se imponga la necesidad de introducir mejoras en el cálculo, siempre es posible emplear los cálculos habituales a intervalos de 3 ó 6 meses.

dinámica). Sin un sistema que como éste refleje correctamente los costes sociales totales de producción, es más que discutible la medida del coste y efectos de una inversión determinada así como la comparación de su eficacia con la eficacia normal. Por tanto, aun cuando para los casos más sencillos los criterios de eficacia mencionados en este capítulo (normalización del plazo de recuperación o del nivel de eficacia) tengan la misma forma, su contenido es esencialmente distinto.

En realidad, en sus proposiciones los restantes autores calculan el plazo de recuperación (o la eficacia) a partir de los precios de coste o de los vigentes que generalmente se establecen según el coste de producción. Como ya hemos observado en varias ocasiones, las evaluaciones o. d. a veces difieren notoriamente de estos precios. La cosa no tendría importancia si éstos fueran proporcionales a las evaluaciones o. d. ya que el plazo de recuperación constituye un índice relativo. Pero tal proporcionalidad está lejos de cumplirse y la relación entre las evaluaciones o. d. y los precios de coste puede ser doble para un producto y cuádruple para otro, etc. Carece de lógica interna y es ecléctico establecer directamente estos criterios sobre la base de los precios de coste.

Si el criterio de eficacia toma la forma de valor reducido, a un período determinado, entonces tomamos como medida de comparación de los costes sociales totales, el índice $p = C + nK$. Asimismo los costes corrientes y las inversiones de capital no se miden en valores actualizados, sino en precios de coste o en precios corrientes. Se utilizan, por tanto, simultáneamente dos escalas totalmente distintas. Para determinados factores importantes de producción (metales, petróleo, energía eléctrica) la relación entre las evaluciaciones de ambas escalas puede llegar a 2, 3 ó 4. Esta relación equivale, no obstante, a 1 para los salarios. Entonces ocurriría que dicho cálculo económico podría compararse con un cálculo técnico en que ciertas magnitudes se midieran en milímetros, otras en centímetros y en que se utilizasen los datos sin reducirlos a una misma unidad.

No puede contestarse a este problema diciendo que carece de importancia. Antes al contrario, el cálculo de la eficacia exige un cierto grado de precisión ya que si no perdería todo su significado. En la práctica esta falta de precisión carecería de consecuencias si se tratase de comparar diversas variantes en que una es indiscutiblemente más ventajosa en el plano técnico y en el plano económico. Pero entonces la comparación de tales índices mediante el plazo de recuperación es inútil del todo, si una variante ofrece un precio menor de coste y una inversión específica más débil. La misma estructura de la fórmula del plazo de recuperación pone de manifiesto cierta sutilidad del criterio de eficacia que se basa en la relación entre pares de valores semejantes. Tales casos exigen una gran precisión como lo demuestra la experiencia física y matemática.

De acuerdo con lo que precede, resulta que contrariamente se trata aquí de medidas totalmente imprecisas. En ciertos casos los resultados

no inspiran demasiada confianza no solamente para comparaciones directas, sino también para comparaciones relativas. Por ejemplo, el proyecto de la variante que presenta ventajas desde cualquier punto de vista como acabamos de citar, puede ser rechazado a pesar de todo, si es particularmente desfavorable para la economía nacional la estructura de costes. Este caso es perfectamente posible (por ejemplo, la variante que exige una gran cantidad de metales deficitarios).

Como la escala de las evaluaciones o. d. es diferente de la de los costes (y de los precios), el cálculo de índices según dichas evaluaciones (que son el reflejo cuantitativo del efecto total), puede dar resultados y conclusiones totalmente distintos de los del cálculo basado en precios de coste, aunque en los casos más sencillos ambos cálculos se efectúen según la misma fórmula. Vamos a demostrarlo con un ejemplo:

Supongamos dos variantes según las evaluaciones o. d.: $C_1 = 800$ rublos; $C_2 = 1.000$ rublos y $K_2 - K_1 = 1.000$ rublos.

Es evidente que en este caso no se consigue reducción alguna de costes corrientes sociales como consecuencia de una inversión suplementaria y la segunda variante debe ser rechazada.

Supongamos que el cálculo se inicia a partir de los precios de coste y, en consecuencia, haciendo abstracción de costes indirectos que, por ejemplo, son iguales a un 30 % para C_1, a un 70 % para C_2 y a un 20 % para K_1 y K_2. En términos de precios de coste se obtiene:

$$C_1^0 = 560 \text{ rublos} \quad C_2^0 = 300 \text{ rublos} \quad K_2^0 - K_1^0 = 800 \text{ rublos}$$

y la eficacia sería $(560 - 300) : 800 = 32\,\%$ (plazo de recuperación, 3 años).

De esta manera pues, y según los cálculos habituales, la inversión suplementaria parece tener una eficacia elevada, aunque en realidad no es aconsejable. También puede ocurrir lo contrario.

De lo que precede resulta que el análisis de la eficacia no ofrece ninguna seguridad si se sustituyen las evaluaciones o. d. por los precios de coste. ¿Puede concluirse que el criterio del plazo de recuperación, calculado a partir de los precios de coste, carece de utilidad en tanto no se modifique el procedimiento de formación de los precios? Por nuestra parte nos abstenemos de una afirmación tan categórica. En nuestra opinión puede aportar una apreciable ayuda al análisis de la eficacia, si entendemos correctamente el significado aproximado de este criterio de eficacia y si se introducen las correcciones pertinentes a los precios de coste, tomando en consideración los costes sociales totales.

En realidad, los precios de coste (y los precios vigentes) son asimismo índices objetivos que de una manera incompleta, caracterizan los costes sociales y que constituyen instrumentos de evaluación del efecto total.

Cuando los precios de coste C_1^0, C_2^0, K_1^0, K_2^0 tienen una estructura de costes semejante y proporcional (los gastos de trabajo, de metal, de com-

bustible, y de energía eléctrica participan en todos los precios de coste en idéntica proporción), pueden diferir de las evaluaciones o. d. por un mismo coeficiente de proporcionalidad:

$$C_1^0 = \lambda C_1; \quad C_2^0 = \lambda C_2; \quad K_1^0 = \lambda K_1; \quad K_2^0 = \lambda K_2$$

El plazo de recuperación o la eficacia tienen entonces el mismo valor tanto si se calculan según los precios de coste como según las evaluaciones o. d. y, por tanto, el efecto total de la inversión suplementaria podrá caracterizarse de una manera correcta. Sin embargo, tal situación es poco frecuente. Es más frecuente que C_1 y C_2 tengan una misma estructura y que K_1 y K_2 posean estructuras distintas. Tendríamos entonces dos multiplicadores λ_1 y λ_2 que respectivamente corresponden a ambas estructuras, y el plazo de recuperación calculado diferirá de la realidad en un coeficiente (λ_1/λ_2). Se da este caso cuando se trata de comparar dos variantes poco distintas de una misma máquina.

Por lo general, si intentamos establecer índices de eficacia a partir de los costes de producción, será preciso proceder a las adecuadas correcciones a fin de conciliar el efecto calculado con el efecto total. O para decirlo con un símil, al analizar la estructura de los costes es preciso indicar las unidades en que se miden los distintos elementos (milímetros, centímetros) y efectuar las oportunas transformaciones.

A título de corrección, será preciso tener en cuenta el efecto de una inversión adicional sobre los sectores vecinos, como ya hemos antes examinado (págs. 206-211). La elaboración por parte de los organismos centrales de las evaluaciones especiales para los cálculos de planificación o de multiplicadores correctivos, constituye un procedimiento particularmente eficaz (cf. p. 210).

Pero si se trata de comparar dos variantes cuyas estructuras de costes son completamente distintas (caucho sintético y caucho natural, energía eléctrica y energía térmica), las correcciones a introducir son muy importantes y los índices obtenidos a partir de los precios de coste sólo pueden ser utilizados con serias reservas. En tal situación hay que intentar evaluar de una manera o de otra el efecto total sobre la economía de acuerdo con las evaluaciones o. d. de los costes.

Como procedimientos para remontar la insuficiencia debida al empleo de los precios de coste y de los precios vigentes, ciertos economistas (L. A. Vaag, Y. S. Malishev y otros) han propuesto un sistema de precios obtenidos sobre el principio de los precios de producción (con un excedente proporcional al capital fijo en forma de "coeficiente porcentual").

Esta proposición está expuesta a las siguientes críticas:

Desde el punto de vista teórico no se halla suficientemente fundamentada, ya que esencialmente, traslada mecánicamente el procedimiento capitalista de formación de los precios al régimen socialista.

No enseña de manera satisfactoria cómo puede determinarse el tipo de excedente e incluso el mismo principio de elaboración de dichos precios no se ve claro. Si se calculan valorando el capital fijo a partir de los precios vigentes como señala L. A. Vaag, se tropieza con las mismas dificultades que se intentaban superar. Si se dirige la mira hacia revaluaciones sucesivas del capital (aunque los autores no hablan de ello de una manera explícita), nada se indica sobre el procedimiento a seguir para el cálculo de nuevos precios.

Pero de poder emprenderse este cálculo, conduciría a valores convergentes con las evaluaciones normales (con la diferencia de que el coeficiente porcentual podría diferir de la eficacia normal). Por tanto, la eficacia así obtenida quedaría sujeta a las críticas dirigidas al empleo de las evaluaciones normales (págs. 201-206) en lugar de las evaluaciones o. d.: se descuida la influencia sobre la producción de los recursos naturales más ventajosos, de las necesidades y del equipo productivo disponible.

Además, la elaboración de este nuevo sistema de precios no es más simple que la del sistema de evaluaciones o. d. que permite la planificación óptima, integrando mejor el conjunto de los factores.

No por eso los precios calculados según este principio (con un excedente proporcional al capital fijo), aun de una manera aproximada, pueden dejar de rendir apreciables servicios al cálculo económico, ya que obran en el sentido deseado. Estos precios conducen a una evaluación relativamente mayor para los tipos de productos y servicios (metales, energía eléctrica, petróleo, etc.) que exigen importantes inversiones. Así, pues, se introduce a través de este procedimiento una corrección que en parte integra los costes indirectos en el precio (cf. pág. 130). Precios semejantes permiten aportar a la eficacia calculada a partir de los precios de coste, las correcciones pertinentes cuando las estructuras de costes son diferentes.

Pero como se deduce de lo que precede, los cálculos de eficacia no se mejoran de una manera satisfactoria más que cuando los precios se establecen no sobre la base de los precios de coste, sino según los costes sociales totales de acuerdo con su determinación en el plan óptimo.

Las discusiones aparecidas en la prensa con respecto a los cambios a introducir en el sistema de formación de los precios, según nuestra opinión no han dado en el clavo de los problemas reales. Sobre todo se ha puesto el énfasis en la modificación de las relaciones de los precios de las secciones I y II.[34] Pero como hemos hecho observar varias veces, los precios de los bienes de consumo (en particular los precios al detall) deben determinarse según principios distintos (problema que no examinaremos ahora), de los de los precios de medios de producción. Por esto, la exi-

34. *Voprosy Ekonomiki* (Problemas de economía), 1958, n.° 8, p. 106-7.

gencia de igualar el nivel de dichos precios no parece suficientemente justificada.

El establecimiento de relaciones correctas entre los precios de los distintos medios de producción, de manera que se acerquen cuanto sea posible a las relaciones entre los costes sociales totales (evaluaciones o. d.) nos parece mucho más importante. No se trata, pues, de un aumento inconsistente de dichos precios, sino de algunos cambios relativos en el interior de esta sección. Como hemos indicado ya en un principio, podríamos limitarnos a la elaboración de un sistema de precios de cuenta que sería un simple instrumento del cálculo económico de planificación.

Cuarta característica. — *Es posible medir la eficacia (absoluta) de la totalidad de la inversión y no la relativa a una inversión adicional de capital.*

En el cálculo de la eficacia de las inversiones, se hallan en la práctica dos tipos de problemas. El primero es el de la evaluación relativa de la eficacia, por ejemplo, en la comparación de dos variantes de inversión, de dos procedimientos posibles que permiten asegurar un único y mismo producto y, en particular, en la comparación de una variante con otra más ventajosa en gastos corrientes pero que exige más medios de inversión. En tales supuestos el problema se reduce a la eficacia de una inversión adicional de capital. En segundo lugar, otro problema es analizar la eficacia de una inversión cuando falta un objeto análogo para la comparación directa. Por ejemplo, en el caso que se presenta en la construcción de una empresa destinada a la producción de un bien enteramente nuevo. Entonces es preciso analizar la eficacia de esta inversión por sí misma. Finalmente, a menudo es interesante conocer además de los resultados de la comparación, el efecto total de la misma inversión y si la realización de la variante en cuestión se justifica de una manera absoluta.

El cálculo de la eficacia o del plazo de recuperación no se ha propuesto más que para el primer tipo de problemas. Ello no podría sorprendernos, ya que sobre la base única de los precios de coste no se pueden resolver los problemas del segundo tipo, es decir, evaluar la eficacia absoluta de una inversión.

Para convencerse basta intentar evaluar la eficacia de las inversiones actuales (o de las inversiones en nuevas empresas del mismo nivel técnico que otras ya en curso de explotación). Cuando los precios se establecen de acuerdo con un nivel previo de costes no se realiza ninguna economía en la inversión y su eficacia será igual a $0/K = 0$, siendo, pues, nula. En otras palabras, cualquier empresa nueva del mismo grado técnico de una empresa ya en explotación se caracterizaría por una eficacia nula y por un plazo de recuperación infinito. Si la producción debe proporcionar un determinado beneficio o incremento de valor según el cual se calcula la eficacia, éste no es más que una imagen muy deforme del

efecto total auténtico de la inversión. Si se efectúa un cálculo de este tipo en los procedimientos de producción más perfectos, se obtiene una eficacia de valor ciertamente positivo, pero inferior al valor real. Estos ejemplos subrayan una vez más, el valor totalmente relativo de los resultados obtenidos a partir de los precios de coste y, en consecuencia, hay que acoger con extrema reserva sus conclusiones.

El método expuesto en este capítulo se aplica de una forma inmediata al cálculo de la eficacia absoluta de las inversiones. Esta eficacia ha sido calculada para algunos ejemplos: hemos visto que era igual a un 30 % en un *combinat* metalúrgico, a un 45 % para una central eléctrica (cf. nota al pie de la página 190). Es importante señalar que determinados elementos que generalmente no se tienen en cuenta más que de una manera cualitativa, en nuestros cálculos figuran bajo su aspecto cuantitativo y objetivo: desequilibrio entre las necesidades de la producción del sector considerado, déficit de los materiales necesarios para la construcción, saturación de los medios de transporte, etc.

La eficacia absoluta de una inversión permite especialmente medir el efecto producido sobre los sectores de la economía en conexión con ella y la comparación de dicho efecto con los costes de producción. Hay que señalar, en efecto, que sólo esta comparación puede proporcionarnos la imagen de la eficacia de una inversión la cual no se obtiene únicamente de la reducción de costes.[35] Conocer de esta manera el efecto global de las decisiones económicas estimularía el aumento de los productos más útiles a la economía nacional, la mejora de su calidad, la modernización, el perfeccionamiento y la multiplicación de los datos de explotación de las empresas.[36]

Quinta característica. — *El principio sobre el que se basa el cálculo de la eficacia normal es claro y no ofrece lugar a dudas. Se define por la economía (aumento de la productividad del trabajo) que proporciona al plan óptimo la unidad de capital invertido por unidad de tiempo.*

El valor de la eficacia normal que se desprende del propio proceso de elaboración del plan óptimo a largo plazo depende del conjunto de

---

35. Por ejemplo, un aumento en los costes de edición de un libro con vistas a mejorar su calidad puede estar justificado económicamente si de esta manera se aprovecha el tiempo mejor por parte del lector, se amplía el círculo de lectores y se obtiene un mayor placer con su lectura.

Un ejemplo característico sobre el tema nos lo proporciona el discurso de Z. N. Nuriev en el curso del XXI Congreso del Partido Comunista de la Unión Soviética: "según los datos suministrados por el Comité estatal técnico-científico del Consejo de Ministros de la URSS, un incremento del tipo de octano de fuel de motor de 76 a 80 unidades, procuraría un ahorro de 6 a 8 mil millones de rublos en los costes corrientes y de capital de los vehículos de motor del país" (*Informe*, vol, II, p. 40-41).

36. En brillantes artículos, el técnico de aviación O. Antonov, señala correctamente la insuficiencia de los índices y cálculos económicos utilizados actualmente (*Znamia*, 1957, n.° 2; *Izvestia*, 15 febrero 1959).

la situación: nivel de la técnica, orden de sucesión de los problemas de desarrollo económico, etc.

El cálculo efectivo de la eficacia normal es complejo y exige todavía numerosos estudios. Sin embargo, al definir el principio de este cálculo, hemos dado algunas indicaciones sobre el camino a seguir para una evaluación aproximada de la eficacia normal.

En otras obras la norma de eficacia elegida es distinta y, por lo general, se introducen una serie de presunciones no totalmente justificadas. Por ejemplo, Z. F. Chujanov propone tomar como norma de eficacia, la relación entre el volumen de producción y el volumen de capital fijo. Puede demostrarse que este criterio no es precisamente de los mejores.

En su trabajo ya citado, L. A. Vaag propone como valor de la eficacia ("tipo de afectación") la relación entre la renta neta de la sociedad y el total de capital fijo y capital circulante (por renta neta de la sociedad el autor entiende la plusvalía total). Sin entrar a fondo en esta definición que el autor aún presenta como la única de categoría científica, hagamos hincapié en que el mismo sentido común rechaza este punto de vista. Por ejemplo, si el consumo personal disminuye y la renta neta aumenta en proporción, y así mismo la acumulación, crecería la eficacia según L. A. Vaag. En cambio, es evidente que el aumento de la acumulación permitirá la realización de inversiones menos eficaces y, por tanto, debería disminuir la eficacia (por unidad de inversión).

Mayor interés presenta la visión de Strumilín, que se distingue por un dualismo particular. Trasladando a la economía socialista la teoría de la economía de mercado de K. Marx, supone constante la plusvalía (producida por la sociedad en la composición del valor). En líneas esenciales, ello se reduce a suponer que el valor es proporcional al precio de coste y es harto evidente que ningún cálculo de eficacia de la inversión puede ser establecido sobre esta base.[37] Sin embargo, S. G. Strumilín introduce de nuevo de una manera artificial la eficacia, mediante un procedimiento colateral cuando tiene en cuenta la obsolescencia del capital fijo como consecuencia del aumento de la productividad del trabajo. En realidad esto viene a ser utilizar una eficacia normal igual al incremento de la productividad del trabajo. Dicho de otra manera, el autor compara los gastos efectuados en diferentes épocas partiendo del principio de que los productos de la unidad de trabajo medio son equivalentes en los distintos períodos. Este sistema de comparación, que prescinde de las condiciones concretas por basarse en un único índice para todos los gastos, no

37. Ciertamente STRUMILÍN obtiene un plazo diferente de recuperación al abandonar en sus cálculos el precio de coste y utilizar el valor de la producción. Con todo hay que pensar que ello no constituye más que una clara omisión, ya que al calcular la producción manufacturera emplea el valor y no los costes de producción y en cambio cuando calcula el capital fijo y la amortización no introduce el ajuste correspondiente (en el producto para la sociedad). Véase la siguiente nota.

puede ser aceptado sin reservas. Por otro lado, en su mismo concepto y en su valor, este índice difiere radicalmente de la eficacia normal.[38] Aquí podríamos insistir sobre las observaciones que hemos dirigido a la concepción de L. A. Vaag.

Más próximo a nuestro punto de vista, T. S. Jachaturov[39] elabora un índice general de eficacia que mide la relación existente entre el aumento de la producción anual derivado de las nuevas inversiones y el volumen anual de inversiones. Con todo, en lo que se refiere al cálculo de este índice, el procedimiento estadístico propuesto por el autor no viene expuesto con demasiada claridad y además se halla sujeto a fuertes críticas. El propio T. S. Jachaturov considera este índice únicamente como una característica general de la economía en su conjunto y no como una eficacia normal. No cree que pueda servir para las evaluaciones de inversiones particulares y recomienda en este caso la adopción de normas distintas para cada sector.

Además de la misma fórmula que determina el nivel de la eficacia normal, el procedimiento de cálculo propuesto por T. S. Jachaturov difiere del que hemos expuesto aquí en que la relación que define su eficacia se calcula por un lado a partir de los precios de coste y de los precios vigentes y no de las evaluaciones o. d., y por otro a partir del plan en curso de ejecución y no del plan óptimo.

A. I. Notkin[40] y otros autores han intentado definir el plazo de recuperación a partir de la duración media en servicio o del plazo de obsolescencia de las máquinas como consecuencia del progreso técnico. Pero existe aquí una inadmisible confusión entre índices económicos y características técnicas de naturaleza totalmente distinta. Tampoco es aceptable no distinguir entre período de recuperación y período de reembolso. Un equipo cuyo servicio es de débil duración permite el rápido reembolso de las sumas invertidas aunque su eficacia sea débil. Por el contrario, una inversión mucho más eficaz pero cuyo servicio es de mayor duración, podrá tener un plazo de reembolso mayor. Por tanto, los préstamos bancarios a corto plazo no sólo estimulan las inversiones más eficaces, sino

---

38. S. G. Strumilín: "El factor tiempo en los programas de inversión", *Izvestia de la Academia de Ciencias de la URSS*, 1946, n.° 6. *Problemas de la ciencia económica en la automación de los procesos de producción*, comunicación a la sesión plenaria de la Academia de Ciencias de la URSS, 1956; *"Sobre la eficacia económica de las nuevas técnicas"*, Academia de Ciencias de la U.R.S.S., Moscú, 1958; "Eficacia de las nuevas técnicas" en el periódico *Vpomoshch politichescomu samoobrazovaniuu* (El político autodidacta), 1958, n.° 2, p. 108-120.

39. T. S. Jachaturov: "Problemas de la eficacia económica de las inversiones de capital en una economía socialista", *Voprosy Ekonomiki*, 1957, n.° 2, p. 106; *Eficacia económica de las inversiones en la economía nacional de la U.R.S.S.*, Academia de Ciencias de la U.R.S.S., Moscú, 1958.

40. A. I. Notkin: *Problemas de determinación de la eficacia económica de las inversiones de capital en la industria soviética.* Academia de Ciencias de la U.R.S.S., 1953.

también las inversiones de débil duración. En particular, carece de todo fundamento la conclusión de Z. V. Atlas [41] según la cual los préstamos de tres años del Gosbank (Banco del Estado) y de seis años del Prombank (Banco Industrial) implican en la práctica plazos de recuperación iguales a tres y seis años respectivamente (o normas de eficacia del 35 % y 18 %).

Por otro lado, hay que señalar que es muy frecuente, en la práctica, la confusión entre plazo de recuperación, duración de servicio y plazo de reembolso de una inversión.

Muy a menudo queda sin determinar el problema de la definición de la eficacia normal o del plazo de recuperación y no sólo no se le atribuye todo su valor o no se indica el método a seguir para su cálculo, sino que tampoco se enuncia el principio que debe regular su elección. Y aunque algunos autores indiquen un plazo de recuperación, generalmente, no la justifican.

No obstante, la correcta elección del valor de la eficacia normal (o del plazo admisible de recuperación cuando dicho plazo está normalizado) condiciona la posibilidad de aplicar el propio método. Por tanto, es inadmisible cualquier elección no basada en este valor.

Entre los diversos autores que afirman la existencia de una norma única de eficacia hay que señalar sobre todo a V. V. Novozhilov que ha estudiado sistemáticamente esta cuestión en 1938-39. Su mérito ha consistido en definir el valor de la eficacia normal para la selección de las inversiones más eficaces que pueden efectuarse con los medios existentes, y en fundamentar el concepto de eficacia sobre el efecto total de una inversión sobre la economía considerada como un todo.[42]

V. V. Novozhilov parte de consideraciones semejantes a las nuestras. Pero en nuestra opinión no es admisible el principio de comparación de la eficacia de una inversión con la eficacia normal de la manera que él lo adopta, ya que las economías y los gastos están contabilizados según los precios de coste habituales. Las correcciones introducidas posteriormente por V. V. Novozhilov a fin de tener en cuenta la escasez no consiguen el efecto deseado. Tan sólo la elaboración sistemática de las evaluaciones correspondiente a la situación concreta y al plan óptimo o, en una palabra, las evaluaciones objetivamente determinadas, puede conducir al fin deseado.

El propio V. V. Novozhilov reconoce los límites de aplicación de su principio de la eficacia normal en su forma inicial y no recomienda su

---

41. Z. V. ATLAS: "Rentabilidad de la empresa socialista", *Voprosy Ekonomiki*, 1958, n.° 3, p. 115-126.

42. V. V. NOVOZHILOV, "Métodos de comparación de la eficacia económica nacional de las variantes de un programa", *Publicaciones del Instituto Industrial de Leningrado*, 1939, n.° 4. De una manera menos detallada esta tesis ya había sido expuesta por L. P. IUSHKOV en "Problema fundamental de la metodología de la planificación", *Vestnik finansov* (1928, n.° 10).

utilización más que con un cierto número de reservas, para la comparación de variantes.[43]

Detengámonos por último en una cuestión especialmente discutida en los trabajos de V. V. Novozhilov y de T. S. Jachaturov. Se trata de si hay que considerar la norma de eficacia como un límite, de manera que todos los proyectos de inversión de eficacia menor deberían ser rechazados o como un promedio.

En el método que hemos expuesto, si el plan es óptimo la comparación de la producción y de la eficacia da el mismo resultado y no se plantea este problema, ya que todas las inversiones tienen una eficacia que corresponde a la normal. Solamente en el proceso de mejora del plan pueden aparecer inversiones que tengan una eficacia superior.

Sexta característica. — *Conviene adoptar un solo valor de eficacia normal para todos los sectores de la economía nacional (con la condición de que se calcule correctamente esta eficacia). Es irracional desviarse de él.*

Como queda demostrado suficientemente en el texto de este capítulo, esta proposición deriva de la unidad de la economía socialista, de su plan y de sus índices. Sin embargo, ello exige un determinado número de aclaraciones, puesto que a primera vista parece oponerse a la opinión de numerosos economistas que plantean la necesidad de diferenciar según los diversos sectores, las normas de eficacia y el plazo de recuperación.

La razón de tales divergencias estriba en que la eficacia calculada según las evaluaciones o. d., es decir, según los costes totales, tiene un valor totalmente distinto de la eficacia calculada a partir de los precios de coste, que no tiene en cuenta más que los costes directos y visibles. Comúnmente las críticas dirigidas contra el empleo de una norma única, desaparecen al hacer esta observación.

Sin embargo, examinaremos la opinión, debida a un simple malentendido según la cual el establecimiento de una eficacia normal única implica un desarrollo homogéneo de los diferentes sectores. Ya hemos indicado que el volumen de las inversiones a realizar en los diferentes sectores viene determinado por los objetivos fundamentales del plan, por la estructura de la producción final y no por la eficacia. El hecho de esta-

---

43. En trabajos ulteriores V. V. Novozhilov ha tenido en cuenta en cierto modo los estudios del autor de este libro y desarrolla de otra forma tesis paralelas a las nuestras. Véase V. V. Novozhilov: "Métodos prácticos de comparación de costes e inversiones", *Publicaciones del Instituto Politécnico de Leningrado*, 1941; "Métodos de consecución de la eficacia máxima en una economía socialista", *Publicaciones del Instituto Económico Financiero de Leningrado*, 1947; *Leyes y procedimientos de medición de los costes y resultados en una economía socialista como base de determinación de la eficacia económica de nuevas técnicas*, Academia de Ciencias de la U.R.S.S., Moscú, 1958. Concepciones análogas se hallan en los trabajos de A. L. Luré, por ejemplo, en "Métodos de comparación de los costes de explotación y de las inversiones de capital para evaluar económicamente las técnicas", en la colección *Problemas económicos de los transportes por vía férrea*, 1958.

blecer una norma común de eficacia no significa, de ninguna manera, que los diferentes sectores estén provistos de un equipo técnico semejante, ya que por su propia naturaleza los sectores de producción pesada exigen una estructura distinta y con correctas evaluaciones de la producción, siendo muy eficaces las inversiones superiores que se deben realizar en estos sectores. Tan sólo un hábito profundamente arraigado (que tiene su origen, en gran parte, en los bajos precios de producción de estos sectores) nos hace a la idea de que las inversiones son menos rentables en la industria pesada que en la industria ligera.

Por el contrario, la ignorancia del principio de unicidad de la eficacia normal y la existencia de importantes diferencias en niveles de eficacia pueden perjudicar a ciertos sectores. Es por esto que introducir la mecanización (o la automatización) en algunos sectores de la industria ligera o de la agricultura permite liberar una cantidad mucho más importante de mano de obra que, para un volumen de inversiones relativamente reducido, en la industria pesada. La transferencia a esta última de la mano de obra liberada permitirá obtener mejores resultados que el empleo de estos mismos medios de mecanización. Sin embargo, es evidente que dichas situaciones no afectan más que a una pequeña parte de las inversiones ya que la importancia de la industria pesada en la producción total y la estructura orgánica del capital en esta industria hacen que la mayor parte de las inversiones se dirija hacia la primera sección (producción de bienes de producción), por su mayor eficacia (en el supuesto de una evaluación correcta).

Las inversiones en la capacidad de producción provisionalmente excedente deben asimismo ser eficaces, ya que como hemos dicho la propia capacidad de producción equivale a un producto terminado y, como tal, debe ser reintegrada a los datos del plan en calidad de componente del programa final. Ciertas consideraciones extraeconómicas pueden añadir condiciones complementarias que modificarán en ciertos sectores el nivel de la eficacia normal.[44] Sin embargo, no pueden justificarse de ninguna manera diferencias demasiado acentuadas entre niveles de eficacia.

Otra serie de críticas referentes a una norma única de eficacia que se refieren especialmente al procedimiento de cálculo de la misma son superables si dicho cálculo se efectúa de acuerdo con las evaluaciones o. d. Ello vale también para otras críticas y especialmente para las de T. S. Jachaturov que ha analizado con detalle este problema. Afirma, por ejemplo, que se puede invertir en los sectores de la industria pesada aun con una eficacia reducida para así eliminar el déficit de materias o el empleo exagerado de la mano de obra. Pero las evaluaciones o. d. a las que hacemos referencia reflejan los déficits y la ventaja que existe desde un punto de

44. Véase la obra de T. S. JACHATUROV ya citada, en *Voprosy Ekonomiki*, 1957, n.° 2, p. 118).

vista global, al liberar mano de obra escasa; por esta razón tales inversiones (de ser racionales) tendrán, por lo menos, una eficacia igual a la normal.

Todo cuanto llevamos dicho hasta aquí se refiere a la eficacia calculada de acuerdo con las evaluaciones o. d. ¿Qué hay que decir de la eficacia determinada según los cálculos habituales? En estos casos, no está justificada la aplicación de una norma única de eficacia debido a las acentuadas diferencias que se manifiestan entre la eficacia calculada según el modo habitual y el efecto total de una inversión (definida mediante las evaluaciones o. d.). Por el contrario, según nuestra opinión, parece peligroso observar el principio de una norma única aun dentro de un mismo sector.

M. A. Stirikovich da una argumentación bastante convincente contra la diferenciación según los sectores del plazo de recuperación. Como los partidarios de las normas por sectores admiten que deben tenerse en cuenta las inversiones en los sectores contiguos, deberían igualar las posibilidades de inversión en los diferentes sectores y en consecuencia, igualar las normas de eficacia a través de las inversiones específicas.

Los partidarios de normas diferenciadas de eficacia (T. S. Jachaturov, Z. F. Chujanov, etc.) apoyan la adopción de una norma de eficacia única para cada sector en razones discutibles y la mayoría de las críticas que dichos autores dirigen contra una norma única general pueden, a su vez, volverse contra su criterio de una norma única por sector.

Antes hemos recordado que si las estructuras de costes de explotación (precio de coste) y de inversión eran sensiblemente las mismas, la eficacia obtenida de acuerdo con los cálculos habituales difería únicamente de la eficacia real en un coeficiente constante. Tal consideración justificaría la aplicación de normas diferenciadas con la condición de que se observase una estructura única de costes en el seno de un mismo sector. Es fácil comprender que esto no ocurre así cuando se trata de comparar variantes radicalmente distintas, y por esto es ciertamente inconsistente el argumento en favor de normas diferenciadas únicas.

No hay duda de la posibilidad de realizar una correcta evaluación de la eficacia, ya sea mediante una evaluación de los costes totales o, si se parte de los cálculos habituales, mediante correcciones que tienen por objetivo aproximar los costes contabilizados a los costes reales. En este último caso desaparecen las críticas dirigidas a la norma única. Según nuestra opinión, la normalización de la eficacia incluso diferenciada según los sectores, no puede ser de ninguna utilidad si no se introducen en su cálculo las correcciones a las que acabamos de referirnos.

Decíamos antes que la economía socialista asegura una eficacia excepcionalmente elevada. Esta afirmación se refiere a la eficacia real calculada correctamente. En cambio, la fijación de un alto nivel de eficacia (aun diferenciada por sectores) y su sistemática aplicación a los resultados

obtenidos de acuerdo con los precios de coste, puede significar serias pérdidas. Hemos demostrado que los resultados proporcionan una imagen deformada de la eficacia real y, en consecuencia, pueden ser rechazadas inversiones realmente muy importantes y de notoria eficacia para la economía nacional y por el contrario, pueden considerarse como ventajosas inversiones poco eficaces.

Séptima característica. — *El cálculo de la eficacia de una inversión tiene en consideración la situación real y especialmente las situaciones transitorias.*

Particularidad esencial del cálculo de la eficacia que, en el marco de un plan óptimo se basa en un sistema de evaluaciones o. d. y su dinámica, es su carácter concreto. Mediante el empleo de las evaluaciones o. d., que expresan la situación real, se tienen en cuenta las particularidades de la situación de hecho de desarrollo de la economía nacional: desproporciones históricamente justificadas, diversificación causada por cambios en la demanda, aparición de nuevos procedimientos técnicos, etc.

De ello se derivan evaluaciones o. d. elevadas para productos notoriamente deficitarios y evaluciones débiles para productos cuya necesidad es inferior a la capacidad de producción disponible. Dicha acción se ejerce sobre la evaluación de la producción y de los gastos corrientes —especialmente en el curso de los primeros de explotación de las nuevas inversiones— y asimismo sobre la evaluación de los gastos de equipo y de construcción y, en consecuencia, sobre la elección de variantes y materiales que se utilizan.

De esta manera, la capacidad de producción disponible en la industria aeronáutica superaba considerablemente en los años de posguerra las necesidades inmediatas del país. Por tanto, era económicamente racional utilizar los transportes aéreos de una forma más intensa que la normal. El excedente de capacidad disponible tenía una evaluación locativa inferior a la normal, lo que reducía en consecuencia la evaluación o. d. de los aviones. Es objetivamente inevitable que se den, especialmente en las actuales condiciones, desajustes con respecto a la evaluación normal. Constituye una esencial ventaja del método de cálculo de eficacia de las inversiones que hemos examinado, el que en el análisis se tomen en consideración dichas situaciones a través de las evaluaciones o. d. y de su dinámica incluso cuando éstas se determinan de una forma aproximada. Por su aspecto concreto, este método no sólo difiere de los cálculos habituales a partir de los precios de coste o de los precios vigentes, sino también de los cálculos en que se introducen como término suplementario el coste específico de las inversiones por unidad de producto (precios determinados según el modelo de los costes de producción) incluso cuando es correcto el cálculo de dicho término.

La comparación de estas evaluaciones con las evaluaciones normales

que antes hemos definido aclaran totalmente este problema. Por lo demás, las evaluaciones normales tienen sobre los precios de producción la misma ventaja que la eficacia normal sobre la eficacia elegida de una manera arbitraria (o insuficientemente justificada). Como ya hemos indicado (p. 196-198) (las evaluaciones o. d. difieren notablemente de las evaluaciones normales y, por tanto, estas últimas sólo pueden servir de auxiliares aproximadas en el análisis de las inversiones.

Octava característica. — *Se indican claramente el carácter relativo del criterio de la eficacia normal, la necesidad de su mejora y el camino a seguir.*

El análisis que hemos ofrecido ha mostrado que el criterio de la eficacia normal (en su forma más simple) solamente debía considerarse como una primera orientación en el marco de un sistema de hipótesis simplificadoras: ausencia de variaciones relativas de las evaluaciones, valor constante de la eficacia normal, etc. Asimismo el análisis ponía de manifiesto las variaciones a introducir en el cálculo para conseguir una superior precisión: introducción de la dinámica de las evaluaciones, comparación de costes y valor de la producción para cualquier duración de la inversión, etc. También hemos indicado que debía aplicarse un cálculo diferente a las inversiones particularmente importantes (indivisibles) y que además podrían justificarse otras correcciones por consideraciones extraeconómicas. En cambio, los autores partidarios de otras concepciones de cálculo de la eficacia, normalmente se limitan a consideraciones sobre el empleo formal de la norma de eficacia. No subrayan su carácter limitado y la necesidad de mejoramiento, lo cual invita a aplicaciones incorrectas de este criterio.

Para terminar diremos que los métodos de cálculo basados en el plazo de recuperación (o de eficacia) o sobre los precios tomados del modelo de los precios de producción representan, a pesar de su insuficiencia, un notable progreso sobre los que ignoran la inmovilización de los medios y prescinden del factor tiempo en el análisis de las inversiones.

Por lo que se refiere a la eficacia de las inversiones, con el primero de dichos métodos se llega prácticamente a conclusiones que, más o menos, se acercan a las derivadas del análisis sistemático del plan óptimo. Su aplicación concreta y no dogmática complementada con la introducción de correcciones orientadas a una evaluación total de sus efectos y de sus gastos, puede aportar una cierta utilidad.

Pero no puede conseguirse una solución totalmente satisfactoria de los problemas de la eficacia más que si se sitúan en el marco de la planificación óptima a largo plazo y de la formación de precios que le es consecuente.

Conclusión. — Destaquemos algunas conclusiones generales y concretas que se derivan del análisis de la eficacia de las inversiones.

1. El problema de la evaluación de la eficacia de las inversiones es de gran importancia para la construcción de la sociedad comunista.

2. En la economía socialista, planificada y sin crisis, la existencia de una permanente posibilidad de empleo de medios de inversión de capital de eficacia muy elevada, hace particularmente deseable su asignación más eficaz. En particular el cálculo sistemático, ni que sea aproximado, de la eficacia, permite evaluar los perjuicios que son consecuencia de inversiones poco eficaces, de la dispersión de medios, de la duración de los plazos de construcción y puesta en servicio y, por ende, eliminar este tipo de pérdidas. Asimismo, dicho cálculo pone en evidencia las ventajas que se derivan de la rápida realización de las medidas más eficaces y de la puesta en práctica, en el menor término posible, de nuevas técnicas en algunas inversiones a corto plazo.

3. El cálculo sistemático de la eficacia de las inversiones constituye un elemento fundamental de la resolución de los problemas de planificación a largo plazo. A saber: evaluación de la eficacia de nuevas técnicas, asignación de los medios de inversión, definición del tamaño, de la estructura y de la localización de empresas.

4. El cálculo de la eficacia es un elemento totalmente esencial en numerosos problemas relativos a la planificación de la producción y especialmente, en los siguientes: cadencia óptima, especialización del equipo, elección del procedimiento tecnológico en función de la duración del ciclo de producción, distribución de los medios entre producción corriente y utillaje.

5. El análisis de la eficacia permite resolver mejor los siguientes problemas: determinación del nivel racional de mecanización en los diferentes sectores (si los niveles de mecanización son poco diferentes, se pone de manifiesto la ventaja de la mecanización compleja), evaluación del efecto económico de la automación, determinación del período de construcción (lo cual a menudo mostraría las ventajas económicas de una construcción acelerada), distribución de cargas entre transporte ferroviario y fluvial (en varios casos se patentizaría la superioridad del transporte por vía fluvial), desarrollo de la red de carreteras (efecto económico, orden de prioridad, tipo de carreteras).

6. El cálculo de la eficacia, y en particular el de la eficacia absoluta, permite una apreciación completa del efecto total sobre la economía del empleo de la producción en otros sectores y del efecto económico de mejora de la calidad de la producción. La aplicación de este cálculo estimularía la producción de bienes cuya necesidad es más urgente, la mejora de la calidad y la modernización de la producción.

7. El análisis de la eficacia de las inversiones debe ir unido al de la elaboración del plan general a largo plazo a fin de asegurar un vínculo orgánico entre los cálculos en valor y los balances en especie.

8. El perfeccionamiento de los métodos cualitativos de análisis de las

inversiones y el acercamiento a un sistema óptimo de soluciones exigen el empleo generalizado de los métodos matemáticos modernos de resolución de problemas de extremos (programación lineal y dinámica, etc.), y de calculadoras electrónicas.

9. El establecimiento de un plan óptimo a largo plazo proporciona simultáneamente las evaluaciones de la producción y de los factores de producción en los diversos períodos.

10. Ha de conocerse en cada momento la eficacia normal para la economía nacional en conjunto (que se deduce directamente de la dinámica de las evaluaciones), si se desean resolver correctamente los problemas planteados por la planificación de las inversiones. Por regla general, el nivel de la eficacia normal que debe aplicarse a los diferentes sectores debe aproximarse a esta eficacia normal única.

11. El cálculo de la eficacia y del plan óptimo a largo plazo exige una mejora y ampliación sustancial del sistema de índices estadístico-económicos.

El volumen de producción debe estar caracterizado por un índice de producción neta (calculada según las evaluaciones o. d.). Conviene elaborar sistemáticamente los índices que caracterizan las reservas y capacidad de producción, y si ello es posible, del grado de explotación de la capacidad de producción disponible y de las economías totales realizadas en la explotación del equipo. Estos índices deben reflejarse en los balances económicos.

12. La característica final de una inversión se desprende de la comparación entre el efecto producido, es decir, de su contribución en la producción total en el curso de un cierto número de años, con los gastos ligados a su realización.

13. El índice más simple de la eficacia de una inversión viene dado por la relación entre la economía anual que procura y los costes necesarios para su realización y la comparación del valor así obtenido con la eficacia normal bajo unas condiciones dadas y en un momento determinado. Un cálculo más exacto de la eficacia ha de tener en cuenta los posibles efectos de una inversión en el curso de todo el período de duración y las perspectivas de desarrollo de las fuerzas productivas en conjunto, reflejada por la dinámica de las evaluaciones de la producción.

14. Las comparaciones de variantes según el plazo de recuperación, el cálculo de la eficacia de las inversiones adicionales y los precios de coste reducidos a un mismo período (con inclusión de la parte de inversiones específicas) dan resultados equivalentes en los casos más simples. Pero el método más exacto y universal se funda en la reducción de los costes y los efectos de las inversiones a un mismo momento. En los casos más simples este método es equivalente a los anteriores, pero permite tener en cuenta las variaciones de la eficacia normal de año en año; los costes por orden de fechas de vencimiento y plazo de construcción; las

variaciones del volumen de la producción y gastos específicos; el efecto total de la producción sobre la economía nacional; los costes de mantenimiento y renovación del equipo capital y la fecha en que ha de tener lugar el envejecimiento técnico. Da asimismo la eficacia absoluta de las inversiones y no solamente la eficacia de las inversiones suplementarias o adicionales de capital.

15. Para el cálculo de la eficacia de las inversiones es fundamental que las evaluaciones de la producción y de los gastos de explotación y de inversión se contabilicen convenientemente. Las evaluaciones de la producción deben responder a los costes sociales totales en que se incurre, que comprenden, además de los costes directos, los costes indirectos (renta del suelo, del equipo). Por esto la elaboración de un sistema de evaluaciones destinado ante todo a los cálculos de planificación es un problema muy importante.

16. Sin el empleo de las evaluaciones o. d., el principio de una norma única de eficacia sólo puede aplicarse con la más estricta cautela. La sustitución de las evaluaciones de la producción por los precios de coste (o los precios vigentes) se justifica, en rigor, en el cálculo de la eficacia de las inversiones suplementarias, cuando las estructuras de costes son parecidas. En los otros casos, se debe cotejar, con ayuda de correcciones aproximadas (teniendo en cuenta sobre todo las estructuras de costes), con el efecto real total de las variantes comparadas.

17. La definición de las evaluaciones de la producción y de la eficacia normal en el marco del plan óptimo a largo plazo permite hasta cierto punto separar el problema de la planificación general de las decisiones económicas locales asegurando al mismo tiempo la coordinación de soluciones. Al permitir el cálculo de estos índices, el análisis del plan de la economía nacional ofrece a las empresas aisladas y a los órganos locales, en su mejor forma, los elementos de la situación general que conviene tener en cuenta. Esto permite una cierta descentralización de las decisiones económicas garantizando al mismo tiempo la salvaguardia de los intereses generales.

La aplicación de estos índices da también mayor agilidad a las correcciones a introducir en el plan, en función de las variaciones de la situación y de las condiciones, a fin de que se obtenga siempre un óptimo en relación a las nuevas necesidades.

18. Del análisis de la eficacia de las inversiones y, en particular, de la existencia de una eficacia normal única, se deducen importantes conclusiones sobre el mecanismo de la formación de precios. Dicho análisis pone de relieve las diferencias —debido a los gastos indirectos— entre las evaluciones o. d. y los precios de coste de los bienes en los casos en que la producción pone en juego un equipo complejo y costoso —carbón, petróleo, gas, metales, cemento, energía eléctrica, transportes— que no constituye un fenómeno fortuito reflejo de un déficit temporal, sino

que es reflejo de algo sistemático. Conviene pues tener en cuenta la producción y asignación de estos bienes en la formación de precios, para tomar medidas que estimulen su producción, su racional utilización y sustitución.

19. La elaboración de evaluaciones de la producción respondiendo a situaciones concretas, y la eliminación de las causas sistemáticas de errores (desconocimiento de los gastos indirectos) asegurarán una mejor correspondencia entre los balances valorados en cantidades físicas y los balances monetarios, permitirán comprender mejor el papel del rublo en la planificación y el papel del análisis económico en la contabilidad nacional.

20. El perfeccionamiento de los métodos de la planificación a largo plazo y del cálculo económico de la eficacia de las inversiones aseguraría un desarrollo rápido de las fuerzas de producción y pondría de relieve todas las ventajas del sistema económico socialista.

APÉNDICE I

EXPOSICIÓN MATEMÁTICA DEL PROBLEMA DE LA PLANIFICACIÓN ÓPTIMA

En este apéndice vamos a proceder a la formulación matemática general y al análisis de los problemas de elaboración del plan óptimo, que en el texto se han intentado exponer de una manera descriptiva, mediante ilustraciones de ejemplos numéricos concretos.

Una exposición más general y formal requiere una cierta formación, pero permite una comprensión más profunda de las relaciones cuantitativas y proporciona una representación más clara del campo de aplicación del método. La formulación matemática es indispensable para resolver los problemas prácticos de planificación con que es preciso enfrentarse con una gran cantidad de factores distintos (el método de resolución se describe en el anexo II).

Con todo, en la medida de lo posible, nos hemos propuesto utilizar el aparato matemático más elemental a fin de hacerlo accesible a los lectores que no son matemáticos de profesión. Esta particularidad junto con la reducida extensión de este anexo nos ha aconsejado renunciar a una exposición matemática de alcance enteramente general y al análisis de algunos casos particulares.

El problema de la distribución de programas [1]

La formulación general de este problema, descrita en la sección 1 del capítulo I, es como sigue:

Nos enfrentamos con m unidades de producción (empresas, instalaciones, máquinas) que deben fabricar n productos distintos (clases de operaciones) en una producción determinada. Una proporción o conjunto completo consiste en $k_1, k_2, \ldots, k_n$ unidades de productos (1), (2), ..., (n). Se conoce la productividad de cada sector para cada producto: el producto j ($j = 1, 2, \ldots, n$) puede ser fabricado en la unidad i ($i = 1, 2, \ldots, m$) a razón de a_{ij} unidades por unidad de tiempo. Se trata de repartir las operaciones entre las unidades de manera que se obtenga un máximo de conjuntos proporcionales completos en una unidad de tiempo.

Si se designa por h_{ij} ($i = 1, \ldots, m$; $j = 1, \ldots, n$) la porción de tiempo de

---

1. Este problema ha sido expuesto por el autor en su obra [1] (Cf. bibliografía relativa a los apéndices I, y II).

trabajo de la unidad i que se destina a la producción del producto j, la consecución del plan óptimo plantea el siguiente problema matemático:

Problema A. — Dados los valores no negativos

$$\{a_{ij}\}\ (i = 1, \ldots, m;\ j = 1, \ldots, n), \quad k_j > 0\ (j = 1, \ldots, n),$$

para los cuales máx $a_{ij} > 0\ (j = 1, \ldots, n)$ (cada producto puede ser fabricado por lo menos por una de las unidades). Se trata de definir el conjunto de valores (el plan) $\pi = \{h_{ij}\}\ (i = 1, \ldots, m;\ j = 1, \ldots, n)$ para los que se den las siguientes condiciones:

1) $$h_{ij} \geqq 0\ (i = 1, \ldots, m;\ j = 1, \ldots, n)$$

(la parte de tiempo de trabajo reservado, en cada unidad, a la fabricación de un producto es un valor no negativo);

2) $$\sum_{j=1}^{n} h_{ij} \leqq 1 (i = 1, \ldots, m)$$

(el tiempo total de trabajo de cada sector está limitado por el período que abarca la planificación);

3) La magnitud $$\mu(\pi) = \min_{1 \leqslant j \leqslant n} \frac{x_j^{\pi}}{k_j}, \tag{1}$$

en que

$$x_j^{\pi} = \sum_{i=1} a_{ij} h_{ij}\ (j = 1, \ldots, n), \tag{2}$$

toma su valor máximo (los valores x_j^{π} expresan la producción total de cada producto realizada por el plan π, y la magnitud $\mu(\pi)$ representa la *escala de producción* relativa a este plan, es decir, el número de conjuntos proporcionales completos producidos por unidad de tiempo).

El plan π será *óptimo* si satisface las condiciones 1) - 3), y *realizable* si satisface las condiciones 1) y 2).

Observemos, ante todo, que siempre existirá un plan óptimo para el problema A (cf. conclusión 1, pág. 282).

En efecto, sea $\pi_\nu = \{h_{ij}^{\nu}\}$ $(\nu = 1, 2, \ldots)$ una sucesión de planes realizables, de tal manera que $\mu(\pi_\nu) \to \mu = \sup \mu(\pi)$ cuyo límite superior (sup) se refiere al conjunto de los planes π admisibles. Sin perder la generalidad, puede enunciarse que existe un límite

$$\lim_{\nu \to \infty} h_{ij}^{\nu} = h_{ij}\ (i = 1, \ldots, m;\ j = 1, \ldots, n)$$

(siempre existe un límite para una determinada sucesión parcial). En cuyo caso, el plan $\pi = (h_{ij})$ es óptimo.

Ahora podemos formular de una manera general la propiedad característica del plan óptimo: es decir la existencia para éste, de un sistema de evaluaciones objetivamente determinadas para cualquier clase de producción (cf. conclusión 2, página 19).

Teorema 1. — *Para que un plan realizable sea óptimo, es condición necesaria y suficiente que existan unos multiplicadores* $c_1, c_2, \ldots, c_n$ *(evaluaciones de cada clase de producto) tales que*

a) $$c_j \geqslant 0 \ (j = 1, \ldots, n), \quad \max_{1 \leqslant j \leqslant n} c_j > 0$$

(estas evaluaciones son no negativas y uno de los productos por lo menos tiene una evaluación positiva);

b) $$c_j a_{ij} = \max_{1 \leqslant t \leqslant n} c_t a_{it} = d_i \quad \text{solamente si,} \quad h_{ij} \neq 0$$

(cada una de las unidades no se utiliza más que para la obtención de aquellos productos para cuya evaluación es máxima; los valores d_i *pueden ser considerados como evaluaciones de la capacidad de producción de los sectores);*

c) $$c_j = 0, \quad \text{si} \quad x_j^{\pi} > k_j \mu(\pi)$$

(las evaluaciones de la producción excedentaria son nulas);

d) $$\sum_{j=1}^{n} h_{ij} = 1, \quad \text{si} \quad d_i \neq 0$$

(las unidades para las cuales las evaluaciones de la capacidad de producción son positivas funcionan plenamente).

En efecto, si existen tales multiplicadores para un plan realizable $\pi = \{h_{ij}\}$, para cualquier otro plan realizable $\pi' = \{h'_{ij}\}$ según (1), (2) y las condiciones 1), 2) *a*)-*d*), se tiene:

$$\left(\sum_j c_j k_j\right) \mu(\pi') \leqslant \sum_j c_j x_j^{\pi'} = \sum_j c_j \sum_i a_{ij} h'_{ij} = \sum_i \sum_j (c_j a_{ij}) h'_{ij} \leqslant$$

$$\leqslant \sum_i d_i \sum_j h'_{ij} \leqslant \sum_i d_i = \sum_i d_i \sum_j h_{ij} = \sum_j \sum_i (c_j a_{ij}) h_{ij} =$$

$$= \sum_j c_j \sum_i a_{ij} h_{ij} = \sum_j c_j x_j^{\pi} = \sum_j c_j (k_j \mu(\pi)) = \left(\sum_j c_j k_j\right) \mu(\pi),$$

de donde resulta que $\mu(\pi') \leqslant \mu(\pi)$. Puesto que el plan π' es un plan cualquiera, esta desigualdad pone de manifiesto que el plan π es un plan óptimo, con lo que queda demostrada la primera parte del teorema. La segunda afirmación según la cual para todo plan óptimo existe un sistema de multiplicadores que satisface las condiciones *a*)-*d*), se demostrará más adelante al examinar el problema de una manera más general.

Nota 1. — Si cualquier valor a_{ij} es mayor que 0 (cada producto puede ser fabricado en cualquier unidad), el plan óptimo $\pi = \{h_{ij}\}$ y sus correspondientes multiplicadores satisfacen las siguientes condiciones de acuerdo con el teorema 1

2') $$\sum_{j=1}^{n} h_{ij} = 1 \, (i = 1, \ldots, m)$$

(todas las unidades funcionan plenamente);

3') $$\frac{x_1^{\pi}}{k_1} = \frac{x_2^{\pi}}{k_2} = \cdots = \frac{x_n^{\pi}}{k_n} = \mu(\pi)$$

(se respetan las proporciones de producción establecidas);

a') $$c_j > 0 \, (j = 1, \ldots, n)$$

(todos los productos tienen evaluaciones positivas).

En efecto, en este caso todos los valores $d_i > 0$, y, en consecuencia, 2') se deduce directamente de *d*). Además, para cualquier valor de j existe un valor de i para el que $h_{ij} \neq 0$ (cada producto procede por lo menos de una unidad); en consecuencia, *a'*) se deriva de *b*). De *a'*) y *c*) deducimos 3').

Por consiguiente, en el caso considerado (cuando todos los valores de $a_{ij} > 0$) para que un plan admisible π sea óptimo es necesario y suficiente que se satisfagan las condiciones 2') y 3') y que exista un sistema de multiplicadores positivos que cumpla la condición *b*) (Cf. conclusiones 4, 5, págs. 24, 26).

Nota 2. — En el caso general (cuando no todos los valores de a_{ij} son positivos) es posible limitar el examen a los llamados planes de la *proporción* establecida que satisfacen las condiciones 1), 2) y 3), puesto que a cada plan realizable π le corresponde un plan de proporción π', con la misma escala de producción: $\mu(\pi') = \mu(\pi)$ (para obtener este plan basta disminuir las h_{ij} correspondientes a las producciones excedentarias $[x_j > h_j \mu(\pi)]$ y aumentar las h_{ij} para las cuales $a_{ij} = 0$.

Nota 3. — Supongamos que todos los costes de producción se dividen en gastos proporcionales al volumen de cada producción y gastos de funcionamiento de las unidades, independientes de su volumen de producción; entonces los costes de producción de un conjunto proporcional completo son mínimos para un plan de proporción óptimo (Cf. conclusión 1, p. 19). En efecto, para todo plan π realizable, estos gastos se expresan mediante:

$$\frac{1}{\mu(\pi')}\left(\sum_j p_j x_j^{\pi'} + \sum_i r_i\right) \geqslant \sum_j p_j k_j + \frac{1}{\mu(\pi')} \sum_i r_i \geqslant \sum_j p_j k_j + \frac{1}{\mu(\pi)} \sum r_i ,$$

en que p_j son los gastos de producción de una unidad de producto (j) ($j = 1, \ldots, n$); r_i ($i = 1, \ldots, m$), los gastos de funcionamiento de los sectores y, $\mu(\pi)$ la escala de producción en el plan óptimo; hay que observar que las desigualdades (3) se convierten en ecuaciones si π' es un plan de proporción óptimo, y únicamente en este caso.

Nota 4. — El problema A puede siempre reducirse al caso en que $k_1 = \ldots = k_n = 1$ (son iguales las cantidades de los diferentes productos). En efecto, si para cada producto (j) se escoge una nueva unidad igual a k_j de las antiguas unidades, se obtiene:

$$a'_{ij} = \frac{a_{ij}}{k_j} (i = 1, \ldots, m;\ j = 1, \ldots, n),\ k'_j = 1 (j = 1, \ldots, n).$$

Caso de producción múltiple

Supongamos ahora que en cada unidad de producción (i) $(i = 1, \ldots, m)$ se dispone de r_i procedimientos de funcionamiento; de la utilización del procedimiento s resulta la siguiente producción $a^s_{i1}, a^s_{i2}, \ldots, a^s_{in}$ en la unidad i. En tal caso, aparece el siguiente problema, más general, examinado igualmente en [1].

Problema B. — *Dados los valores no negativos*

$$a^s_{ij} (i = 1, \ldots, m;\quad s = 1, \ldots, r_i;\quad j = 1, \ldots, n),\quad k_j > 0\ (j = 1, \ldots, n),$$
$$(\max_{i,\,s} a^s_{ij} > 0).$$

Conviene definir el conjunto de valores (plan)

$$\pi = \{h_{is}\}\ (i = 1, \ldots, m;\ s = 1, \ldots, r_i)$$

que satisfacen las siguientes condiciones:

1) $$h_{is} \geqslant 0\ (i = 1, \ldots, m;\ \ s = 1, \ldots, r_i);$$

2) $$\sum_{s=1}^{r_i} h_{is} \leqslant 1\quad (i = 1, \ldots, m);$$

3) *tales que el valor de*

$$\mu(\pi) = \max_{1 \leqslant j \leqslant n} \frac{x_j^\pi}{k_j},$$

en

$$x_j^\pi = \sum_{i=1}^{m} \sum_{s=1}^{r_i} a_{ij} h_{is} \qquad (j = 1, \ldots, n),$$

sea mínimo.

Al igual que antes, se dice que el plan π es *óptimo* si satisface las condiciones 1)-3) y realizable si satisface las condiciones 1) y 2).

No hay dificultad en ver que, en este problema, siempre hay un plan óptimo. El siguiente teorema caracteriza este plan óptimo.

Teorema 2. — *Para que un plan realizable π sea óptimo, es necesario y suficiente que exista un sistema de multiplicadores $c_1, c_2, \ldots, c_n$ (evaluaciones de las diversas clases de productos), tales que las condiciones*

a) $$c_j \geqslant 0 \ (j = 1, \ldots, n), \ \max_{1 \leqslant j \leqslant n} c_j \geqslant 0;$$

b) $$\sum_{j=1}^{n} c_j a_{ij}^s = \max_{1 \leqslant t \leqslant r_i} \sum_{j=1}^{n} c_j a_{ij}^t = d_i, \quad \text{si} \quad h_{is} \neq 0;$$

c) $$c_j = 0, \quad \text{si} \quad x_j^{\pi} > k_j \mu(\pi); \text{ y}$$

d) $$\sum_{s=1}^{r_i} h_{is} = 1, \quad \text{si} \quad d_i \neq 0,$$

se cumplan.

No vamos ahora a demostrar el teorema, ya que no es sino una consecuencia del teorema más general 3, que demostraremos después. Observemos que cabe dar otra interpretación al problema *B*.

Se dispone de m materias primas de utilización múltiple, en la proporción $p_1 : p_2 : \ldots : p_m$. Existen r_i procedimientos tecnológicos para tratar la materia prima (i) $(i = 1, \ldots, m)$; mediante el procedimiento (s) $(s = 1, \ldots, r_i)$, de p_1 unidades de la materia prima i, se obtienen $a_{i1}^s, a_{i2}^s, \ldots, a_{in}^s$ unidades de productos correspondientes. Un conjunto proporcional consiste en $k_1, k_2, \ldots, k_n$ unidades de productos (1), (2), ..., (n). Se trata de encontrar el plan $\pi = \{h_{is}\}$ [los valores h_{is} designan la parte de materia i disponible a la que se aplica el procedimiento (s)] para el que, a partir de una proporción consistente en $p_1, p_2, \ldots, p_m$ unidades de materias primas (1), (2), ..., (m), se obtenga una cantidad máxima de conjuntos proporcionales o lo que es lo mismo, para el que se obtenga un conjunto completo de productos a partir de un valor mínimo de series de materias primas.

Se encuentran regularmente estos tipos de problemas en diversos sectores de la producción (siderurgia, industria maderera, industria química, del petróleo, de metales no férreos, etc.). Un ejemplo característico lo hallamos en el corte racional de materiales (chapas, perfiles laminados, tubos, cortes de la madera; cf. [1, 5, 6]).

En el caso particular en que

$$r_i = n \ (i = 1, \ldots, m), \qquad a_{ij}^s = \begin{cases} a_{ij}, & \text{si} \quad s = j, \\ 0, & \text{si} \quad s \neq j \end{cases}$$

(en cada proceso tecnológico no se obtiene más que un solo producto por materia prima), es evidente que el problema *B* se reduce al problema *A*. En los casos particulares en que $m = 1$ (no hay más que una única clase de materia prima) nos encontramos con el siguiente problema:

Problema C. — *Dados los valores no negativos*

$$\{a_j^s\} \ (s = 1, \ldots, r; \ j = 1, \ldots, n) \quad k_j > 0 \ (j = 1, \ldots, n),$$

para los cuales

$$\max_{1 \leqslant s \leqslant r} a_j^s > 0 \ (j = 1, \ldots, n).$$

Se trata de determinar el vector (plan) $\pi = (h_1, \ldots, h_r)$ *que satisfaga las siguientes condiciones:*

1) $$h_s \geqslant 0 \quad (s = 1, \ldots, r);$$

2) $$\sum_{s=1}^{r} h_s = 1;$$

3) *y tal que el valor de*

$$\mu(\pi) = \min_{1 \leqslant j \leqslant n} \frac{x_j^{\pi}}{k_j};$$

en

$$x_j^{\pi} = \sum_{s=1}^{r} a_j^s h_s \quad (j = 1, \ldots, n)$$

sea máximo.

Analizaremos este problema con bastante amplitud, pero antes examinaremos como ejemplo el problema auxiliar C', en que como incógnitas además de los niveles de empleo $h_1, \ldots, h_r$ de los diferentes procedimientos, figuran los procedimientos excedentarios (en relación con la proporción deseada) para cada producto $h_{r+1}, \ldots, h_{r+n}$; puede ser que en un plan óptimo sea preciso prever tales excedentes.

Problema C'. — *Con los datos del problema C, encontrar el vector* $\bar{\pi} = (h_1, \ldots, h_r, h_{r+1}, \ldots, h_{r+n})$, *que satisfaga las siguientes condiciones:*

1) $$h_s \geqslant 0 \quad (s = 1, \ldots, r + n);$$

2) $$\sum_{s=1}^{r} h_s = 1;$$

3) $$\frac{x_1^{\bar{\pi}}}{k_1} = \frac{x_2^{\bar{\pi}}}{k_2} = \cdots = \frac{x_n^{\bar{\pi}}}{k_n}, \tag{4}$$

en que

$$x_j^{\bar{\pi}} = \sum_{s=1}^{r} a_j^s h_s - h_{r+j} \quad (j = 1, \ldots, n);$$

4) *el valor* $\mu(\bar{\pi})$ *de* (4) *es máximo.*

El vector hallado es un vector óptimo; el vector es *realizable* si satisface las condiciones 1) y 2) y de *proporción* si satisface las condiciones 1)-3).

Sin dificultad puede verse que los problemas C y C' son equivalentes. En efecto, es evidente que el plan $\pi = (h_1, h_2, \ldots, h_r)$ no es óptimo en el problema C, más que cuando el vector

$$\bar{\pi} = (h_1, \ldots, h_r, h_{r+1}, \ldots, h_{r+n})$$

definido por las r primeras componentes del vector π y cuyas n últimas componentes vienen definidas por las ecuaciones del tipo

$$h_{r+j} = x_j^{\pi} - k_j\,\mu(\pi) \qquad (j = 1, \ldots, n),$$

es óptimo en el problema C'; en cuyo caso $\mu(\bar{\pi}) = \mu(\pi)$.

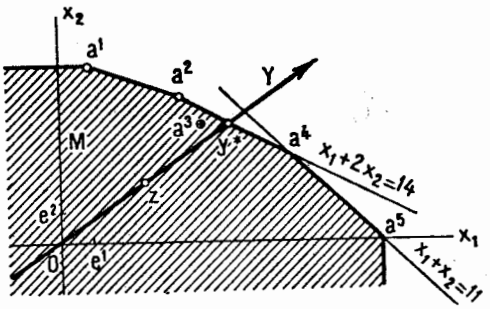

FIG. 9

Para aclarar el significado geométrico del problema C', consideraremos un espacio R_n de n dimensiones, cuyos elementos $x = (x_1, x_2, \ldots, x_n)$ los denominaremos indiferentemente puntos o vectores. A cada vector realizable corresponde el punto

$$x(\bar{\pi}) = (x_1^{\bar{\pi}}, x_2^{\bar{\pi}}, \ldots, x_n^{\bar{\pi}}) = \sum_{s=1}^{r} h_s a^s + \sum_{j=1}^{n} h_{r+j} e^j \in R_n\,, \tag{5}$$

en que $a^s = (a_1^s, a_2^s, \cdots, a_n^s)$ son los puntos que caracterizan los procedimientos tecnológicos de que se dispone, y

$$e^j = (\overbrace{0, \ldots, 0}^{j-1}, -1, 0, \ldots, 0)$$

son vectores unitarios sobre los ejes de coordenadas correspondientes.

Se ve fácilmente que los puntos (5) que representan el conjunto de vectores realizables $\bar{\pi}$, están contenidos en el interior del poliedro convexo cerrado M formado por los puntos a^s $(s = 1, \ldots, r)$ y el hiperoctante negativo. El conjunto de los vectores de proporción está constituido por los puntos $x(\bar{\pi})$ del eje [2]

$$Y = \{y / y = \lambda z, -\infty < \lambda < +\infty\}\,,$$

en que $z = (k_1, k_2, \ldots, k_n)$ es el vector que caracteriza la proporción de la producción exigida. El valor de $\mu(\bar{\pi})$ (escala de producción) es, pues, igual a λ. Es pues evidente que el vector óptimo realizable no puede ser más que el que corresponde al punto límite de intersección del eje Y y del poliedro convexo M, es decir, el punto $y^* = \lambda^* z$, en que

$$\lambda^* = \max_{\lambda z \in M} \lambda\,.$$

El polígono M, el eje Y y el punto y^* representados en la figura 9 corresponden a los siguientes datos numéricos:

---

2. Esta notación significa que Y está constituida por el conjunto de puntos y del tipo $y = \lambda z$, en que λ es un número real cualquiera.

$n = 2$; $r = 5$; $a^1 = (1\,;6)$; $a^2 = (4\,;5)$; $a^3 = (5\,;4)$; $a^4 = (8\,;3)$; $a^5 = (11\,;0)$; $z = (3\,;2)$.

El punto y^* está situado en el borde del poliedro M. En consecuencia, existe (según un teorema muy conocido en la geometría de los espacios n-dimensionales) un hiperplano H de apoyo del poliedro M, que pasa por el punto y^* (cf., por ejemplo, A. D. Alexandrov, *Poliedros convexos*, 1950). Sea,

$$(c, x) = c_1x_1 + c_2x_2 + \ldots + c_nx_n = d \tag{6}$$

en que [3]

$$\max_{x \in M} (c, x) = (c, y^*) = d\,.$$

la ecuación de este hiperplano.

Se comprueba con facilidad que en la ecuación (6) los coeficientes de las coordenadas del punto x satisfacen la condición a). (Cf. pág. 236.)

Sea $\bar{\pi} = (h_1, h_2, \ldots, h_{r+n})$ — el vector óptimo. Entonces se tiene:

$$d = (c, y^*) = \left(c, \sum_{s=1}^{r} h_s a^s + \sum_{j=1}^{n} h_{r+j} e^j\right) = \sum_{s=1}^{r} h_s (c, a^s) + \sum_{j=1}^{n} h_{r+j} (c, e^j) \leqslant$$

$$\leqslant \max_{1 \leqslant s \leqslant r} (c, a^s) \sum_{s=1}^{r} h_s - \sum_{j=1}^{n} h_{r+j}\, c_j \leqslant d$$

de donde se deduce:

$$b')\ \sum c_j a_j^s = (c, a^s) = \max_{1 \leqslant t \leqslant r} (c, a^t) = \max_{1 \leqslant t \leqslant r} \sum c_j a_j^t = d, \quad \text{si} \quad h_s > 0\,,$$

$$c')\ c_j = 0, \quad \text{si} \quad h_{r+j} > 0\,.$$

Inversamente, si para un vector de proporción π, los valores $c_1\ c_2, \ldots, c_n$ que satisfacen la condición a) satisfacen también las condiciones b') y c'), la ecuación (6) define un hiperplano de apoyo del poliedro M que pasa por el punto $x(\bar{\pi})$. En consecuencia, en este caso, $x(\bar{\pi}) = y^*$, y el vector $\bar{\pi}$ es, por tanto, un vector óptimo.

Con ello ha quedado demostrado el teorema.

Teorema 2'. — *Para que el vector de proporción* $\bar{\pi} = (h_1, \ldots, h_r, h_{r+1}, \ldots, h_{r+n})$ *sea óptimo, es necesario y suficiente que exista un sistema de multiplicadores* c_1, $c_2, \ldots, c_n$ *que satisfaga las condiciones a), b') y c').*

Teniendo en cuenta la conexión entre los problemas C y C' puede demostrarse fácilmente el teorema 2' para el caso particular en que $m = 1$.

Nota 5. — De la interpretación geométrica que acabamos de realizar se deduce claramente que en el problema C siempre hay un vector óptimo (plan) y un sistema de multiplicadores (evaluaciones o. d.) correspondiente, pero que dichos coeficientes no están siempre determinados de una forma unívoca. En efecto, si el punto y^* admite varias representaciones de la forma (5), significa que y^* se halla en la frontera de un poliedro cuyo número de dimensiones es inferior a $n - 1$, que existen varios planes óptimos y finalmente, que los vectores no se hallan definidos de una

---

3. De no ser así puede obtenerse esta condición cambiando el signo de todos los coeficientes en la ecuación (6).

manera unívoca (es decir, que por el punto y^* pasan varios planos de apoyo de M). Sin embargo, los multiplicadores relativos a uno de los planes óptimos se adaptan a todos los demás.

El problema fundamental de la planificación de la producción (Cf. 8)

Vamos ahora a abordar el problema más general que hemos planteado en el capítulo II.

Consideremos una producción en la que participan N bienes (factores de la producción, materias primas, productos terminados e intermedios). Se dispone de r procedimientos tecnológicos realizables (modos de organización de la producción). Cada uno de estos procedimientos se caracteriza por un vector

$$a^s = (a_1^s, a_2^s, \ldots, a_N^s) \quad (s = 1, \ldots, r),$$

cuyos componentes representan la producción de los diversos bienes mediante la utilización del procedimiento considerado durante un período determinado que se toma como unidad. Los componentes negativos corresponden a costes, es decir, uso de factores. El plan de organización de la producción se define por la elección del vector $\pi = (h_1, h_2, \ldots, h_r)$ cuyos componentes no negativos nos indican la intensidad de utilización de los diferentes métodos. Para el plan $\pi = (h_1, h_2, \ldots, h_r)$ se producen los diversos bienes en las cantidades

$$x_i^\pi = \sum_{s=1}^{r} a_i^s h_s \quad (i = 1, \ldots, N) \tag{7}$$

(los bienes para los que $x_i^\pi < 0$ se gastan, es decir, se emplean, en la cuantía de $|x_i^\pi|$).

Cuando se trata de establecer el plan de producción, junto a los procedimientos tecnológicos, hay que tener en cuenta los recursos disponibles y la proporción establecida de producción. Estas condiciones suplementarias pueden determinarse de diferentes maneras. Aquí sólo vamos a considerar una de las diversas formas posibles; sin embargo, el resultado fundamental relativo a la existencia de un sistema de evaluaciones o. d. para todos los bienes, ligado al plan óptimo, también sería válido si estas condiciones se establecieran de otra forma (cf. nota 7, p. 245).

Puede ser necesario obtener la producción máxima en algunos bienes (ciertos productos finales), respetando la producción dada, mientras que en otros no deben superarse ciertos límites: $x_i^\pi \geqslant b_i$, en que los valores b_i son números reales determinados (los valores positivos corresponden a los productos terminados cuyas necesidades están bien definidas; para los productos intermedios cuyos gastos son iguales a la producción, se tiene $b_i = 0$; los valores de b_i negativos corresponden a los factores de producción y a las diferentes materias primas cuyos gastos no deben superar los recursos $|b_i|$). Con ello llegamos al problema siguiente.

Problema D. — *Dados los valores no negativos*

$$a_i^s\,(i = 1, \ldots, N;\ s = 1, \ldots, r),\quad b_i\,(i = 1, \ldots, m)$$

$$k_j > 0\,(j = 1, \ldots, n;\ n = N - m),$$

se trata de definir el vector (plan) $\pi = (h_1, h_2, \ldots, h_r)$ *que responde a las siguientes condiciones:*

1) $$h_s \geqslant 0\ \ (s = 1, \ldots, r);$$

2) $$x_i^{\pi} \geqslant b_i\ \ (i = 1, \ldots, m);$$

3) *de manera que el valor*

$$\mu(\pi) = \min_{1 \leqslant j \leqslant n} \frac{x_{m+j}^{\pi}}{k_j}$$

sea máximo [*aquí y en la condición precedente,* x_i *se define por* (7)].

El plan π es *realizable* si satisface las condiciones 1) y 2) y *óptimo* si satisface las condiciones 1) y 3).

Este problema puede considerarse como el modelo matemático de la planificación corriente (a corto plazo), del que los problemas precedentes serían casos particulares. Por ejemplo, en el problema *B*, se tienen m factores de la producción, n productos terminados y

$$r = \sum_{i=1}^{m} r_i$$

procedimientos tecnológicos para los que la utilización de una unidad de un factor correspondiente (planta, factoría o máquina) proporciona un cierto conjunto de productos; los recursos de cada factor son aquí iguales a 1 y, en consecuencia, $b_i = -1\,(i = 1, \ldots, m)$. Los problemas que vamos a examinar seguidamente se reducen en consecuencia al problema *D*. Por esto vamos a denominarlo *problema fundamental de la planificación de la producción.*

Las características del plan óptimo y las condiciones de su existencia en el caso del problema *D* vamos a darlas en los siguientes teoremas.

Teorema 3. (Cf. conclusión 12, p. 57.) — *Para que el plan* $\pi = (h_1, h_2, \ldots, h_r)$ *sea óptimo, es necesario y suficiente que exista un sistema de multiplicadores* $c_1, c_2, \ldots, c_N$ *(evaluaciones o. d. de todos los bienes) de manera que*

a) $$c_i \geqslant 0\ (i = 1, \ldots, N),\qquad \max_{1 \leqslant j \leqslant n} c_{m+j} > 0$$

(estas evaluaciones son no negativas y por lo menos uno de los productos que participan en proporción tiene una evaluación positiva);

b) $$\sum_{i=1}^{N} c_i a_i^s \leqslant 0\qquad (s = 1, \ldots, r)$$

(para cada procedimiento tecnológico la evaluación de la producción no es superior a la suma de las evaluaciones de los bienes gastados).

$$c) \qquad \sum_{i=1}^{N} c_i a_i^s = 0, \quad \text{si} \quad h_s > 0$$

(en los procedimientos empleados, la evaluación de la producción es igual a la evaluación de los bienes gastados, de manera que se cumple el principio de rentabilidad).

$$d) \quad c_i = 0, \text{ si } x_i^\pi > b_i (1 \leqslant i \leqslant m) \text{ o bien } x_i > k_{i-m}^\pi \mu(\pi) \; (m+1 \leqslant i \leqslant N)$$

(las evaluaciones son nulas para los factores de la producción no limitativos de la producción y para las producciones excedentes).

Teorema 4. — *Para la existencia de un plan óptimo es necesario y suficiente que se cumplan las siguientes condiciones*

α) existe un plan realizable π;

β) no existe un plan π *(que satisfaga la condición* 1*) para el cual*

$$x_i^\pi \geqslant 0 \; (i = 1, \ldots, m) \, ; \, x_{m+j} > 0 \quad (j = 1, \ldots, n) \, .$$

Nota 6. — La condición β) significa que nada puede ser producido sin gasto alguno; evidentemente esta condición se cumple en todos los problemas prácticos con los que nos hemos encontrado. Si no se satisface la condición α) significa que los recursos existentes no permiten producir en las cantidades precisas ni siquiera los m primeros bienes. Sin embargo, si todos los valores $b_i \leqslant 0$, la condición α) se cumple necesariamente.

Nota 7. — El teorema 3 hace referencia al problema D en que los recursos existentes y las proporciones determinadas están bien definidas. Sin embargo, una definición satisfactoria de las condiciones de optimación, exige para que se dé un plan óptimo que no exista otro plan π' para el que puedan producirse todos los bienes en cantidad superior (y que, por tanto, los recursos disponibles se emplean en menor cuantía), es decir, en este supuesto

$$x_i^\pi < x_i^{\pi'} \quad (i = 1, \ldots, N) \, .$$

Esta propiedad es suficiente para asegurar que un plan óptimo va asociado con un sistema de evaluaciones no negativas que satisfaga las condiciones *b*) y *c*).

Nota 8. — En el caso general, son necesarias las evaluaciones de todos los bienes para caracterizar el plan óptimo del problema D. Con todo, si a cada procedimiento tecnológico no corresponde más que uno de los m primeros bienes (o bien uno solo de los n últimos bienes), bastan entonces las evaluaciones de los n últimos bienes (o de los m primeros bienes) para caracterizar el plan óptimo. Esta situación es la de los problemas A, B y C.

Nota 9. — Solamente tienen interés práctico los casos en que el empleo de ciertos procedimientos tecnológicos viene limitado, es decir, que no admiten más que planes $\pi = (h_1, h_2, \ldots, h_r)$ para los que

$$h_s \leqslant q_s \; (s = 1, \ldots, r_1 \, ; \, r_1 \leqslant r),$$

(q_s son valores positivos dados).

Con facilidad se reducen al problema fundamental (basta introducir las limitaciones en los procedimientos tecnológicos como recursos suplementarios). Con todo, la solución puede obtenerse directamente. Para ello basta admitir en el teorema 3, que especifica las características del plan óptimo, la desigualdad

$$\sum_{i=1}^{N} c_i a_i^s \geqslant 0$$

en aquellos procedimientos limitados que se empleen enteramente ($h_s = q_s$).

Nota 10. — En la literatura no soviética, el problema fundamental de la programación lineal constituye un caso particular del problema D, en que $n = 1$ (cf. [9, 10]). El problema siguiente puede ilustrar este caso.

Problema E. — *Se dispone de m materias primas diferentes, en las cantidades* $b_1, b_2, \ldots, b_m$. *De estas materias primas pueden obtenerse r productos distintos. El precio de una unidad del producto* (*s*) ($s = 1, \ldots, r$) *es* a_s *y para su producción se gastan* $a_1^s, a_2^s, \ldots, a_m^s$ *unidades de las materias primas correspondientes. Se trata de definir las cantidades de cada producto de manera que su valor total sea máximo, teniendo en cuenta las cantidades de materias primas disponibles. Dicho de otra manera, se trata de buscar el vector* (*plan*) $\pi = (h_1, h_2, \ldots, h_r)$ *que satisfaga las siguientes condiciones:*

1) $$h_s \geqslant 0 \quad (s = 1, \ldots, r);$$

2) $$\sum_{s=1}^{r} a_i^s h_s \leqslant b_i \quad (i = 1, \ldots, m);$$

3) *de manera que*

$$\mu(\pi) = \sum_{s=1}^{r} a_s h_s$$

sea máximo:

Para aclarar la significación geométrica del problema D y para demostrar nuestro teorema, consideraremos en el espacio R_N de N dimensiones, los siguientes puntos

$$a^s = (a_1^s, a_2^s, \ldots, a_N^s) \quad (s = 1, \ldots, r);$$

$$e^i = (\underbrace{0, \ldots, 0}_{i-1}, -1, 0, \ldots, 0) \quad (i = 1, \ldots, N);$$

$$y^0 = (b_1, \ldots, b_m, 0, \ldots, 0);$$
$$z = (0, \ldots, 0, k_1, \ldots, k_n).$$

Sea

$$K = \{x \mid x = \sum_{s=1}^{r} h_s a^s + \sum_{i=1}^{N} h_{r+i} e^i ; h_s \geqslant 0, s = 1, \ldots, r+N\}$$ [4]

el cono poliédrico convexo cuyo vértice es el origen de coordenadas definido por los puntos a^s $(s = 1, \ldots, r)$ y e^i $(i = 1, \ldots, N)$, y sea

$$Y = \{y \mid y = y^0 + \lambda z ; -\infty < \lambda < +\infty\}$$

la recta definida por los puntos y^0, $y^0 + z$ y dirigida en el sentido de las λ crecientes.

En cada plan realizable $\pi = (h_1, h_2, \ldots, h_r)$, el punto

$$y^0 + \mu(\pi) z = \sum_{s=1}^{r} h_s a^s + \sum_{i=1}^{N} h_{r+i} e^i \tag{8}$$

en que

$$h_{r+i} = x_i^{\pi} - b_i (i = 1, \ldots, m), \; h_{r+m+j} = x_{m+j}^{\pi} - k_j \mu(\pi) \; (j = 1, \ldots, n), \tag{9}$$

pertenece evidentemente al cono K. Inversamente dado el punto $y^0 + \lambda z \in K$, hay un plan realizable π para el que $\mu(\pi) \leqslant \lambda$.

De donde deducimos que el problema D se reduce esencialmente al estudio de la intersección del eje Y con el cono K. Si esta intersección es el conjunto vacío o bien si no contiene los puntos $y^0 + \lambda z$ más que para valores muy grandes de λ, no existe un plan óptimo.

Si no obstante, $Y \cap K \neq \Lambda$ (donde Λ representa el conjunto vacío) y si $\lambda^* = \sup_{y^0+\lambda z \in K} \lambda < +\infty$, es señal de que existe un plan óptimo; éste es el único plan realizable π para el que el punto (8) coincide con el punto límite de intersección del eje Y con el cono K, o sea, con el punto

$$y^* = y^0 + \lambda^* z.$$

Por el punto y^* se puede hacer pasar un hiperplano H de apoyo del cono K que no contenga ningún punto del eje Y a excepción del y^*. Sea

$$(c, x) = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \cdots + c_N x_N = 0, \tag{10}$$

en que

$$\max_{x \in K} (c, x) = (c, y^*) = 0,$$

la ecuación de este plano. Entonces, los valores $c_1, c_2, \ldots, c_N$ (coeficientes de la ecuación (10), con las coordenadas corrientes) satisfacen, como fácilmente se demuestra, las condiciones *a*) y *b*) del teorema 3, e igualmente se cumplirán para todo plan π óptimo (para el que $y^0 + \mu(\pi) z = y^*$), las condiciones *c*) y *d*).

---

4. Esta notación significa que K es el conjunto de los puntos x del espacio R_N definidos por esta fórmula, en que $h_s \geqslant 0$ son números no negativos cualesquiera.

Inversamente, si hay para un plan π realizable, unos multiplicadores c_1, $c_2, \ldots, c_N$ que satisfacen las condiciones $a) - d)$, el hiperplano H definido por la ecuación (10) es un hiperplano de apoyo del cono K y corta al eje Y en el punto $y^0 + \mu(\pi)\, z$. De donde se sigue que $y^0 + \mu(\pi)\, z = y^*$ y que el plan π es, pues, óptimo.

Así, pues, queda demostrado el teorema 3, del que los teoremas 1 y 2 no son más que casos particulares.

Como hemos visto, para que exista un plan óptimo es necesario y suficiente que se cumplan las siguientes condiciones

$$Y \cap K \neq \Lambda$$

$$\lambda^* = \sup_{y^0+\lambda z \in K} \lambda < +\infty$$

Como se ve estas condiciones equivalen a las del teorema 4.

Por medio de la interpretación geométrica anterior, es fácil demostrar la nota 7 que es de importancia fundamental.

Relación con las matrices "input-ouput" de Leontief

Vamos ahora a detenernos en un caso particular del problema fundamental de planificación de la producción.

Tenemos n productos y un factor de la producción (el trabajo). Los procedimientos tecnológicos sólo permiten la elaboración de un solo producto por cada procedimiento. La oferta del factor de producción está limitada. Se supone que hay un plan para el que todas las producciones son positivas. (No se gasta más que este factor de la producción.) En este caso:

1.º El problema relativo al plan óptimo (problema D) admite una solución para cualquier estructura de productos, es decir, para todos los valores de $k_j > 0$, $(j = 1, \ldots, n)$.

2.º La elección de procedimientos tecnológicos empleados en el plan óptimo y el valor de los multiplicadores (evaluaciones o. d.) no dependen de los recursos del factor y de la proporción establecida de productos.

En el caso considerado los procedimientos tecnológicos se caracterizan por vectores del tipo:

$$a^{js} = (a_0^{js}, a_1^{js}, \ldots, a_n^{js}) \quad (j = 1, \ldots, n\,;\, s = 1, \ldots, r_j),$$

en que

$$a_0^{js} < 0,\ a_j^{js} > 0, \quad a_l^{js} \leqslant 0, \text{ si } l \neq j.$$

El plan está definido por la matriz

$$\pi = \| h_{js} \| \, (j = 1, \ldots, n\,;\, s = 1, \ldots, r_j),$$

cuyos elementos indican el grado de utilización de los diversos procedimientos. El plan óptimo viene definido por las condiciones siguientes

1) $$h_{js} \geqslant 0 \ (j = 1, \ldots, n\,;\, s = 1, \ldots, r_j)\,;$$

2) $$x_0^{\pi} = \sum_{j,s} a_0^{js} h_{js} \geqslant b_0$$

($-b_0$ indica los recursos disponibles del factor de producción);

3) $$\mu(\pi) = \min_{1 \leqslant l \leqslant n} \frac{x_l^{\pi}}{k_l},$$

en que

$$x_l^{\pi} = \sum_{j,s} a_l^{js} h_{js} \; (l = 1, \ldots, n),$$

alcanza su valor máximo (los valores k_l caracterizan la proporción de la producción).

Para cada producto (ν) $(\nu = 1, \ldots, n)$, consideremos el plan $\pi^{\nu} = \| h_{js}^{\nu} \|$ (que satisface la condición 1), para el que el gasto en el factor de la producción no supera la unidad $\left(x_0^{\pi^{\nu}} \geqq -1\right)$, siendo no negativos todos los volúmenes de producción $\left(x_l^{\pi^{\nu}} \geqq 0, \; l = 1, \ldots, n\right)$ y máxima la producción de (ν), es decir, $x_{\nu}^{\pi^{\nu}} = \text{máx}$; afirmamos que para dicho plan π^{ν}

$$x_0^{\pi^{\nu}} = -1, \quad x_l^{\pi^{\nu}} = 0, \qquad \text{si} \qquad l \neq \nu.$$

En efecto, si $x_0^{\pi^{\nu}} > -1$, el volumen de producción de (ν) podría aumentar por la introducción de un plan parcial en el que todos los volúmenes de producción fuesen positivos; si para un $l_0 \neq \nu$, es $x_{l_0}^{\pi^{\nu}} > 0$, entonces es posible introducir el plan anterior a base de reducir uno de los valores $h_{l_0 s}^{\nu}$.

Se comprueba fácilmente que cualesquiera que sean los valores $k_j > 0$ $(j = 1, \ldots, n)$, los valores

$$c_0, \; c_1 = \frac{c_0}{x_1^{\pi^1}}, \; c_2 = \frac{c_0}{x_2^{\pi^2}}, \; \ldots, \; c_n = \frac{c_0}{x_n^{\pi^n}},$$

(en que c_0 es un número positivo cualquiera) representan un sistema de evaluaciones o. d., y que el plan $\pi = \| h_{js} \|$, para el que

$$h_{js} = \frac{-b_0 \sum_{\nu=1}^{n} c_{\nu} k_{\nu} h_{js}^{\nu}}{\sum_{\nu=1}^{n} c_{\nu} k_{\nu}} \quad (j = 1, \ldots, n; \; s = 1, \ldots, r_j);$$

es óptimo. De donde se deducen las afirmaciones 1.º y 2.º

Hagamos notar un caso particular de especial importancia en el que cada producto (j) $(j = 1, \ldots, n)$ solamente puede ser elaborado mediante un procedimiento, caracterizado por el vector

$$a^j = (a_0^j, a_1^j, \ldots, a_n^j); \qquad a_0^j < 0, a_j^j > 0, a_l^j \leqslant 0, \quad \text{si} \quad l \neq j.$$

Es evidente que en este caso, el plan óptimo utilizará la totalidad de los procedimientos; en consecuencia el sistema correspondiente de evaluaciones puede establecerse a partir del siguiente sistema de ecuaciones [5]

$$\sum_{i=0}^{N} a_i^j c_i = 0 \; (j = 1, \ldots, n);$$

a partir de c_0 (evaluación de la unidad de trabajo) pueden expresarse las evaluaciones de cualquier producto.

Este último caso corresponde al modelo de producción de Leontief [6] utilizado frecuentemente por el análisis económico. Pero hay que añadir que este modelo da una aproximación poco satisfactoria de las condiciones reales de producción. En efecto:

1) En los problemas concretos es indispensable tener en cuenta además del trabajo, numeroso factores distintos de él y disponibles en cantidades limitadas, especialmente los recursos naturales más aprovechables y la capacidad de producción. Asimismo el propio trabajo es posible clasificarlo en diversas categorías y, por lo tanto, no puede ser considerado como un solo factor.

2) Sistemáticamente debemos enfrentarnos a producciones múltiples, particularidad que se ignora por este esquema.

3) En el estado actual del desarrollo técnico pueden utilizarse múltiples procedimientos distintos para obtener una misma producción. Nos hallamos, pues, aquí con las mismas lagunas que hemos hecho notar en 1) con relación al trabajo. El modelo de Leontief aparece muchas veces presentado en forma de matrices cuyos elementos a_i^j representan los costes medios en productos de los sectores que participan en la producción del sector considerado. Aunque ofrece un gran interés la construcción de dichas matrices y la evaluación de los gastos totales que se deducen de ellas, no obstante, esta perspectiva no permite calcular las evaluaciones de producción. En la construcción de estas matrices en vez de los procedimientos reales de producción, se consideran los caracteres medios de grandes sectores productivos y, por tanto, los resultados obtenidos dependen del sistema adoptado en la disociación de la actividad económica en sectores distintos. Por consiguiente, las evaluaciones de la producción así obtenidas no están de acuerdo con las relaciones reales de equivalencia. Por esto mismo dichas evaluaciones no pueden servir como un instrumento analítico de los problemas planteados por la planificación. Su insuficiencia radical procede de no tener en cuenta la limitación de los factores de producción a la que se ha hecho referencia en 1) y de los gastos indirectos que le son consecuencia.

---

5. La solución de este sistema es inmediata.

6. Con respecto al modelo de LEONTIEF, Cf. por ejemplo [9] y el último artículo de la selección [10] (en bibliografía relativa a los apéndices I y II).

El problema del transporte

En su caso más simple, este problema se plantea de la siguiente manera.

Problema F.[7]— *Existen m puntos conectados por una red de vías férreas constituida por r comunicaciones. La comunicación (s) (s = 1, ..., r) une los puntos i_s y j_s; los gastos de transporte de la carga que se toma por unidad (por ejemplo, un vagón) son iguales a a_s (a_s puede ser igual, en particular, a la distancia entre los puntos i_s y j_s). En cada punto (i) (i = 1, ..., m), hay una demanda determinada b_i para cada producto (en los puntos de consumo, es $b_i > 0$, y en los puntos de producción, $b_i < 0$); lógicamente*

$$\sum_{i=1}^{m} b_i = 0$$

(el volumen total de consumo es igual al volumen total de producción). El programa de transporte se define por el vector $\pi = (h_1, h_2, \ldots, h_r)$ cuyos componentes definen el volumen de tráfico para cada comunicación de la red ferroviaria. Se trata de hallar el plan óptimo que satisfaga las siguientes condiciones:

1) $$h_s \geqslant 0 \quad (s = 1, \ldots, r);$$

2) $$\sum_{j_s=i} h_s - \sum_{i_s=i} h_s = b_i \quad (i = 1, \ldots, m)$$

(cada punto recibe la cantidad necesaria de producto).

3) $$z = \sum_{s=1}^{r} a_s h_s$$

alcanza su valor mínimo (es decir, los gastos totales de transporte son mínimos; por ejemplo, el número de vagones y kilómetros).

Como se ve, el problema planteado no es sino un caso particular del problema fundamental de la planificación de la producción. Aquí se tienen $m + 1$ bienes; los m primeros representan las cantidades de producto distribuidas en los diversos puntos; el último representa los gastos de transporte. Los procedimientos tecnológicos realizables se caracterizan por lo siguientes vectores

$$a^s = (a_1^s, a_2^s, \ldots, a_{m+1}^s) \quad (s = 1, \ldots, r),$$

en que $a_{m+1}^s = -a_s$; $a_i^s = 1$ para $i = j_s$, $a_i^s = -1$ para $i = i_s$ y $a_i^s = 0$ para los demás valores de i.

---

7. Un procedimiento de solución del problema F en ciertos casos particulares, se examina en [2]; el análisis matemático y el método general de resolución de este problema e igualmente de algunos problemas más generales que hacen referencia a la programación del transporte (en especial el problema G examinado después), han sido expuestos en [3, 4] y posteriormente en [9] (de la bibliografía adjunta a apéndices I y II).

Basándonos en el teorema 4, se verifica con facilidad que siempre hay un programa de transporte óptimo. Sus características vienen dadas por el teorema 3 que en el caso considerado se reduce al teorema siguiente.

Teorema 5. — *Para que el plan realizable* $\pi = (h_1, h_2, \ldots, h_r)$ *(que satisface las condiciones* 1) *y* 2)) *sea óptimo, es necesario y suficiente que existan unos valores* $c_1, c_2, \ldots, c_m$, *tales que*

a) $$c_{j_s} - c_{i_s} \leqslant a_s \quad (s = 1, \ldots, r);$$

b) $$c_{j_s} - c_{i_s} = a_s, \quad \text{si} \quad h_s \neq 0.$$

Nota 11. — Los valores c_i del teorema 5 se denominan *potenciales* de los puntos. Las diferencias de potencial representan las diferencias de valor del producto en los diferentes puntos.

En la práctica, la programación del transporte exige muchas veces tener en cuenta la capacidad limitada de transporte en las diferentes comunicaciones de la red ferroviaria. Ello nos lleva a un problema más general:

Problema G. — *Según las condiciones del problema F, sólo resultan realizables los programas* $\pi = (h_1, h_2, \ldots, h_r)$ *para los cuales se cumple la siguiente condición:*

2′) $$h_s \leqslant q_s \quad (s = 1, \ldots, r)$$

(los valores q_s *determinan la capacidad de tráfico de cada una de las diversas líneas).*

En este caso, las características del programa óptimo vienen dadas por el siguiente teorema que deriva del teorema 2.

Teorema 6. — *Para que el plan* $\pi = (h_1, h_2, \ldots, h_r)$ *que satisface las condiciones 1), 2) y 2′), sea óptimo, es necesario y suficiente que existan unos valores* $c_1, c_2, \ldots, c_m, d_1, d_2, \ldots, d_r$, *de manera que*

a) $c_{j_s} - c_{i_s} \leqslant a_s + d_s \; (s = 1, \ldots, r)$,

b) $c_{j_s} - c_{i_s} = a_s + d_s, \quad \text{si} \quad h_s > 0,$

c) $d_s \geqslant 0, \quad \text{siendo} \quad d_s = 0, \quad \text{si} \quad h_s < q_s.$

Nota 12. — Los valores d_s representan la renta (evaluación locativa) de las diversas líneas de la red ferroviaria, por unidad de carga (por ejemplo, por vagón).

El problema de la producción compleja

Supongamos ahora que tenemos que enfrentarnos con varias empresas y que se establece para cada una de ellas un plan óptimo de producción. O, en otras palabras, se trata de hallar la solución simultánea de un conjunto de problemas

fundamentales con varios bienes comunes. Se plantea claramente entonces el problema de saber si la cooperación de empresas aisladas permitiría aumentar la producción total.

Si las empresas en cuestión están situadas en un mismo lugar o en lugares vecinos (de manera que pueden despreciarse los gastos de transporte) la respuesta a esta pregunta viene dada por el siguiente teorema:

Teorema 7. — *Si no pueden establecerse para todos los distintos factores de producción (materias primas, productos semielaborados y productos terminados; los bienes disponibles en lugares diferentes e inamovibles se consideran como bienes distintos), evaluaciones comunes de manera que para cada empresa se verifique el principio de rentabilidad, puede incrementarse el volumen global de la producción mediante una modificación de los planes y a través de la cooperación de las distintas empresas aisladas. Por el contrario, si existen tales evaluaciones, la producción no puede ser aumentada a través de dicha cooperación.*

Este teorema se deduce del teorema 3 en que el conjunto de todas las empresas se considera como una única empresa.

Nota 13. — Puede enunciarse un teorema análogo si las empresas se hallan separadas por considerables distancias, es decir, si no cabe despreciar los gastos de transporte. En este caso, las evaluaciones de un mismo producto pueden diferir según los diversos puntos; pero las diferencias de evaluación no deben superar los gastos de transporte de dicho producto desde un punto a otro (habida cuenta de las evaluaciones locativas de las comunicaciones correspondientes) y estas diferencias deben ser iguales a dichos gastos si los transportes se efectúan realmente de acuerdo con el plan óptimo.

El problema dinámico

Con la ayuda del problema fundamental antes examinado es posible analizar cuestiones más generales que hacen referencia a la elaboración del plan óptimo para un período de tiempo dividido en varios intervalos $t = 1, 2, \ldots, T$ (problema de la planificación a largo plazo).

Un mismo producto (o factor), fabricado (o utilizado) en el curso de diferentes períodos de tiempo debe ser considerado como varios bienes. Por tanto, los procedimientos tecnológicos disponibles pueden entonces caracterizarse por las matrices

$$a_s = \| a_{it}^s \| \quad (i = 1, \ldots, N;\ t = 1, \ldots, T;\ s = 1, \ldots, r)$$

cuyos elementos representan los volúmenes de producción de los diversos productos y los factores productivos en diferentes intervalos temporales (los elementos negativos corresponden a los gastos por utilización de factores). También pueden figurar aquellos procedimientos que se refieren a un solo intervalo de tiempo (procedimientos del plan corriente). El progreso técnico se manifiesta a través de la reducción de gastos en el decurso de los períodos que siguen a la utilización de un nuevo procedimiento de producción más perfecto. Como es evidente, los datos relativos al progreso técnico tienen los caracteres de un

pronóstico y en consecuencia no son sino aproximaciones. Junto a los otros factores es también útil introducir, como bienes particulares, ciertas capacidades de producción. Éstas son factores de reproducción, es decir, se presupone la posibilidad de su producción.

El carácter óptimo de un plan puede concebirse de otra forma, por ejemplo, dados unos recursos en el curso del primer intervalo de tiempo (algunos de ellos como los recursos naturales pueden estar dados para todos los intervalos) y dados los niveles de consumo de los productos finales (para cada intervalo de tiempo) se trata de definir un plan de manera que se mantengan los balances y que al fin del período planificado sea máxima la acumulación de un producto final de composición determinada (o las capacidades de producción). Pero, para cualquier definición aceptable de optimación, el plan $\pi = (h_1, h_2, \ldots, h_r)$ no podrá ser considerado como un plan óptimo si existe otro plan $\pi' = (h'_1, h'_2, \ldots, h'_r)$ para el que se producen en volúmenes superiores todos los elementos

$$x_{it}^{\pi} = \sum_{s=1}^{r} a_{it}^{s} h_s < \sum_{s=1}^{r} a_{it}^{s} h'_s = x_{it}^{\pi'}$$

$$(i = 1, \ldots, N;\ t = 1, \ldots, T).$$

Esta propiedad es suficiente para que exista un sistema de multiplicadores correspondiente al plan óptimo

$$\{c_{it}\} \quad (i = 1, \ldots, N;\ t = 1, \ldots, T)$$

(evaluaciones de todos los productos y factores para todo el período) de manera que

a) $$c_{it} \geqslant 0 \quad (i = 1, \ldots, N;\ t = 1, \ldots, T),$$

no pudiendo ser iguales a 0 todos los valores de c_{it};

b) $$\sum_{i,t} c_{it} a_{it}^{s} \leqslant 0 \quad (s = 1, \ldots, r);$$

c) $$\sum_{i,t} c_{it} a_{it}^{s} = 0, \quad \text{si} \quad h_s > 0.$$

Los multiplicadores (evaluaciones) pueden ser normalizados, por ejemplo, de la siguiente manera:

$$\{c_{it}\} = \lambda_t c'_{it} \ (i = 1, \ldots, N;\ t = 1, \ldots, T),$$

y

$$c'_{i_1 t} + c'_{i_2 t} + \ldots + c'_{i_n t} = 1 \quad (t = 1, \ldots, T).$$

De esta manera se pone de manifiesto que la evaluación de un cierto conjunto establecido de productos es igual a 1 para todos los intervalos de tiempo. Entonces los miembros de la izquierda de la desigualdad *b)* y de la igualdad *c)* son equivalentes a

$$\sum_{t=1}^{T} \lambda_t \sum_{i=1}^{N} c'_{it} a^s_{it} \quad (s = 1, \ldots, r),$$

lo cual significa que las evaluaciones de los procedimientos tecnológicos y de los gastos de producción, para los diferentes intervalos de tiempo, deben reducirse a un mismo intervalo con la ayuda de los multiplicadores λ_t.

La relación $\lambda_t/\lambda\tau$ representa (para una unidad dada) el coeficiente de reducción de los gastos del período t al período τ. En particular la expresión

$$\left(\frac{\lambda_t}{\lambda_{t+1}} - 1\right) = \frac{\lambda_t - \lambda_{t+1}}{\lambda_{t+1}}$$

define la eficacia normal de las inversiones cuando se pasa del período t al siguiente.

Los términos c_{it} caracterizan la dinámica de las evaluaciones; representan las evaluaciones de costes por factores utilizados y de productos reducidas a un mismo intervalo.

Los términos c'_{it} caracterizan la dinámica de las evaluaciones relativas. Hay pues dos procedimientos de cálculo de la eficacia de una inversión (de un nuevo procedimiento de producción, durante la duración total del período). En efecto, si los gastos y la producción anual de una inversión vienen caracterizados por la matriz $||a_{it}||$, dicha inversión será racional si la suma

$$\sum_{i,t} c_{it} \bar{a}_{it} = \sum_{t} \lambda_t \sum_{i} c'_{it} \bar{a}_{it}$$

es positiva. La primera expresión se calcula inmediatamente según la dinámica de las evaluaciones, la segunda según la dinámica relativa con ulterior reducción de los gastos a un mismo período (cf. conclusiones 25 y 26).

El cálculo se simplifica cuando las evaluaciones relativas no varían en el tiempo. Basta entonces conocer las evaluaciones c'_{it} en el momento inicial y los coeficientes de reducción λ. La evaluación de los procedimientos viene dada por la segunda expresión en la que se hace $c'_{it} = c'_{i1}$.

Propiedades de las evaluaciones. Variación del plan

Al analizar el problema fundamental de la planificación, su significación geométrica nos había ayudado a aclarar la cuestión. En particular se había demostrado que las evaluaciones o. d. son los coeficientes de la ecuación del hiperplano H de apoyo al cono K, pasando por el punto límite y^* de intersección del eje Y con dicho cono. De donde se evidenciaba que las *evaluaciones o. d. son esencialmente concretas*, es decir, que dependen de la situación (procedimientos tecnológicos realizables, volumen de recursos, proporciones establecidas) y que se modifican simultáneamente cuando ésta varía (cf. conclusión 6). En efecto, los cambios de la situación modifican el cono K y el eje Y de la proporción establecida y, correlativamente, el hiperplano H.

Con todo, si se excluye el caso particular en que el punto y^* que define el plan óptimo se encuentra sobre la superficie de un cono de un número de di-

mensiones inferior a $N - 1$, para pequeñas variaciones de las proporciones establecidas y de los recursos, el punto límite y^* permanece sobre la misma cara y, por tanto, no se modifican las evaluaciones. Cambios poco importantes relativos a los procedimientos disponibles significan débiles variaciones de las evaluaciones o. d.

Así pues, las *evaluaciones o. d. poseen una cierta estabilidad* en relación con cambios de situación (ver conclusión 7).

Pasando el punto

$$y^* = x_1^*, x_2^*, \ldots, x_N^*$$

al punto próximo

$$y^* + \Delta y = (x_1^* + \Delta x_1, x_2^* + \Delta x_2, \ldots, x_N^* + \Delta x_N),$$

situado en el mismo hiperplano de apoyo, definiremos otro punto óptimo correspondiente a otros recursos y a distinta proporción establecida. Como hemos señalado, las evaluaciones o. d., $c_1, c_2, \ldots, c_N$, no se modifican; en consecuencia

$$\sum_{i=1}^{N} c_i x_i^* = \sum_{i=1}^{N} c_i(x_i^* + \Delta x_i) = 0,$$

de donde

$$\sum_{i=1}^{N} c_i \Delta x_i = 0. \tag{11}$$

Es natural denominar la relación (11) *ecuación de variación del plano;* nos proporciona las condiciones de equivalencia cuando se reemplazan ciertas clases de productos y determinados factores de producción por otros. Deben observarse estas condiciones para que el plan obtenido mediante la variación del plan óptimo sea asimismo un plan óptimo. En particular, una unidad del bien (i_1) debe ser reemplazada por c_{i_1}/c_{i_2} unidades del bien (i_2). Con otras evaluaciones (distintas de las evaluaciones o. d.) una sustitución de tal naturaleza resulta, generalmente, imposible. De donde se deduce claramente que las relaciones entre productos y factores definidas por las evaluaciones o. d. son perfectamente reales (cf. la conclusión 8 y la conclusión 13 más general).

Esta propiedad de las evaluaciones o. d. y la ecuación de variación tienen multiplicidad de aplicaciones en todas las cuestiones que hacen referencia a la revisión de los planes y a las tomas parciales de decisión (aplicaciones de esta clase se describen detalladamente en el texto; cf. por ejemplo, las conclusiones 9, 10, 15, 16).

Nota 14. — Hemos visto que la resolución del problema relativo a la eficacia de un nuevo procedimiento caracterizado por el vector $\bar{a} = (\bar{a}_1, \bar{a}_2, \ldots, \bar{a}_N)$, viene dada por la condición de que la suma

$$\sum_i c_i \bar{a}_i$$

sea positiva.

Pero esto sólo se refiere al caso en que el procedimiento pueda ser aplicado a cualquier nivel de intensidad. Ahora bien, frecuentemente debemos enfren-

tamos con procedimientos de producción que no pueden ser utilizados más que en determinadas proporciones (inversiones o procedimientos). La condición necesaria para el empleo de tales procedimientos

$$\sum_i c_i \bar{a}_i \geqslant 0$$

continúa siendo válida; pero no se puede garantizar que esta condición sea suficiente, puesto que la incorporación al plan del procedimiento considerado puede dar origen a variaciones mucho más importantes que las variaciones admisibles. En consecuencia, puede ser indispensable proceder a un nuevo cálculo completo del plan con la introducción de este nuevo procedimiento y comparar las producciones y los gastos de producción del nuevo y del antiguo plan.

Renta y evaluación locativa

El análisis precedente del problema fundamental de la producción ha mostrado que al aplicar los métodos de la planificación óptima a problemas concretos, es conveniente añadir un determinado número de otros gastos a los gastos habitualmente tomados en consideración por el análisis económico. Entre el número de factores utilizados pueden figurar, por ejemplo, el empleo de las tierras más fértiles, la ocupación de locales industriales, el empleo durante un período determinado de equipo deficitario, los fondos de maniobra, etc. Si estos factores no están disponibles más que en cantidades limitadas y si están plenamente utilizados, tienen evaluaciones positivas. En consecuencia, la ausencia de estas evaluaciones en los cálculos económicos conduce, a menudo, a soluciones erróneas. Se han dado bastantes ejemplos numéricos a este respecto.

Así, pues, para obtener soluciones correctas, en el cálculo económico, es menester introducir la renta (por utilización de los recursos naturales de mejores condiciones) y la evaluación locativa (por el empleo de equipo escaso). El valor numérico de la renta y de la evaluación locativa se definen al mismo tiempo que las restantes evaluaciones o. d.

Índices característicos de la actividad de las empresas

Examinemos la cuestión de utilización eventual de las evaluaciones o. d. para el cálculo de los índices estadístico-económicos que caracterizan la actividad de las empresas.

Se puede suponer al estudiar el modelo, que cada sector de la producción comprende ciertos grupos de procedimientos constitutivos de una parte del plan general. En cada sector se usan en una medida bien determinada ciertos factores y el producto de otros sectores, obteniendo a cambio un determinado volumen de producción. La suma planificada de las evaluaciones de la producción y de los gastos (según las evaluaciones o. d. para cada complejo productivo habida cuenta de la renta y de la evaluación locativa) debe ser nula

$$\sum_{i=1}^{N} c_i \bar{x}_i^{\pi} = 0,$$

($\bar{x}_i^{\pi}$ es el volumen planificado de la producción y de los gastos del sector considerado). Sin embargo, como consecuencia de la reducción de los gastos o del aumento de la producción con relación a las estimaciones del plan, esta suma calculada según datos reales puede ser positiva por regla general. Su valor puede ser tomado como índice de base característico del resultado de la actividad del sector

$$R = \sum_{i=1}^{N} c_i \bar{x}_i^{\Phi},$$

en que $\bar{x}_i^{\Phi}$ es el volumen real de la producción y de los gastos. Este índice es semejante a los habituales índices de rentabilidad, pero se distingue de ellos por el hecho de que la producción se contabiliza según las evaluaciones o. d. y entre los costes figuran la renta y la evaluación locativa. La consecución de una mejora de este índice estimulará la reducción de costes, el incremento del volumen de producción, una utilización más completa y eficaz del equipo, y, también, la utilización más racional de los procedimientos productivos. La utilización de procedimientos no racionales en las condiciones dadas (en particular de procedimientos rechazados en la elaboración del plan óptimo) conducirá a valores menos favorables del índice. Al lado de este índice, habrá que tener en cuenta también (para la evaluación de la actividad de la empresa y en los balances) la observación de los datos del plan en lo que se refiere a la estructura de la producción y de los costes.

Cálculo de los costes necesarios en términos de trabajo medio

Como hemos visto, las evaluaciones o. d. de las diversas clases de producto pueden obtenerse a partir del plan óptimo (en los límites del conjunto productivo considerado). El problema que ahora planteamos es saber si no estamos en contradicción con la teoría del valor trabajo según la cual, en las condiciones de la sociedad socialista, el valor de la producción se ha de definir por los gastos de trabajo socialmente necesarios.

El análisis de esta cuestión muestra que la estructura de las evaluaciones o. d. ligadas al plan óptimo está en perfecta conformidad con la teoría del valor trabajo; además, el método para hallar estas evaluaciones constituye un método de cálculo de los gastos sociales de trabajo.

Hay que añadir que el problema del cálculo de los gastos sociales de trabajo en las condiciones de la sociedad socialista no es un problema sencillo e incluso, en los casos más complejos (que aparecen constantemente en las condiciones actuales de la producción), el sentido que conviene atribuir a estos gastos no siempre está claro, ni evidente cómo efectuar su cálculo. Así en los diversos procesos de producción que pueden utilizarse eficazmente en la obtención de un mismo producto, difieren los gastos reales de los gastos planeados y, en cambio, debe ser igual el tiempo socialmente necesario. La producción de las diversas clases de bienes es interdependiente, su coste es recíprocamente dependiente y es necesario observar el principio de asignación de costes.

Nos parece que en las condiciones de una producción centralmente planificada socialista (por lo menos en lo que se refiere a la producción del Estado)

y de acuerdo con la teoría marxista del valor trabajo, es posible partir de las siguientes premisas para el cálculo de los costes sociales: *a*) deben contabilizarse *todos* los gastos de trabajo de la sociedad que participan en una producción determinada; *b*) deben tomarse en consideración las condiciones *concretas*, en el estado dado de las fuerzas de producción; *c*) los costes a tener en cuenta son los correspondientes a un *plan óptimo*, es decir, los costes *necesarios*; *d*) el cálculo debe referirse al *trabajo medio*, es decir, al trabajo que responda a las condiciones sociales medias.

Sin detenernos en el problema de los costes sociales en toda su amplitud, vamos a considerar exclusivamente la cuestión en el marco del modelo matemático de la producción que hemos examinado (problema *D*).

Supondremos que el plan se establece en una colectividad económica aislada, es decir, en una comunidad que se asegura por sí misma el conjunto de su producción (las situaciones más complicadas siempre pueden reducirse a este caso). En tales condiciones, los factores de producción de la colectividad considerada serán el trabajo y los factores que aumentan la productividad del trabajo (capacidad de producción, diversos tipos de equipo, recursos naturales más aprovechables, etc.) y la sola fuente de valor será el trabajo.

Establezcamos que en un plan óptimo, los costes por utilización directa del trabajo son iguales a $-x_1$ unidades,[8] que los gastos de los otros factores son iguales a $-x_2, -x_3, \ldots, -x_m$ ($x_1, x_2, \ldots, x_m$ son negativos) y que las cantidades producidas de los diferentes bienes son $x_{m+1}, x_{m+2}, x_{m+n}$.

A cada bien le corresponde una evaluación o. d. bien definida del tipo c_{m+j}. Por consiguiente la evaluación total de los bienes producidos en unidades relativas será

$$\sum_{j=1}^{n} c_{m+j}\, x_{m+j}\,,$$

y como que la totalidad de los bienes se produce mediante $-x_1$ unidades de trabajo (medio según el sistema económico considerado), por cada unidad relativa de producción se van a gastar

$$\frac{-x_1}{\sum_{j=1}^{n} c_{m+j}\, x_{m+j}}$$

unidades de trabajo.

Según esto, una unidad del bien $(m + j)$ cuya evaluación es c_{m+j}, exige un coste de producción de

$$\bar{c}_{m+j} = \frac{-x_1}{\sum_{j=1}^{n} c_{m+j}\, x_{m+j}}\, c_{m+j}$$

unidades de trabajo medio (evidentemente $\bar{c}_{m+j}$ no depende de la unidad con-

8. No consideramos más que una sola clase de trabajo (simple); suponemos que las demás clases pueden reducirse a éste por cualificación e intensidad.

vencional elegida). De donde se sigue que las evaluaciones c_{m+j} de los bienes son proporcionales a los costes de trabajo $\bar{c}_{m+j}$.

Demostremos que los costes de trabajo así definidos por unidad de producto corresponden perfectamente a los necesarios en las condiciones dadas.

A este fin, supongamos que los recursos económicos del sistema aumentan en $-\Delta x_1 (\Delta x_1 < 0)$ unidades de trabajo. Para que las condiciones de trabajo permanezcan invariadas es necesario que los factores de producción que determinan estas condiciones conozcan simultáneamente un aumento proporcional:

$$-\Delta x_2 = -\frac{x_2}{x_1}\Delta x_1, \ldots, -\Delta x_m = -\frac{x_m}{x_1}\Delta x_1 .$$

Si estos medios adicionales se destinan exclusivamente a la producción del producto $(m+j)$ que de esta manera aumentará en Δx_{m+j}, permanecerán invariables los volúmenes de producción de los demás bienes

$$\Delta x_{m+l} = 0 \qquad (l \neq j).$$

El plan óptimo permanecerá, pues, inalterado. Según la ecuación de variación del plan (cf. [11], pág. 256):

$$c_1 \Delta x_1 + c_2 \frac{x_2}{x_1}\Delta x_1 + \cdots + c_m \frac{x_m}{x_1}\Delta x_1 + c_{m+j}\Delta x_{m+j} = 0 .$$

De donde, el coste de trabajo por unidad de producto $(m+j)$ es:

$$\frac{-\Delta x_1}{\Delta x_{m+j}} = \frac{x_1}{\sum_{i=1}^{m} c_i x_i} c_{m+j} = \frac{-x_1}{\sum_{l=1}^{n} c_{m+l}\, x_{m+l}} c_{m+j} = \bar{c}_{m+j} ;$$

pues en virtud de la relación c) del teorema 3 referido al conjunto de procedimientos del plan,

$$\sum_{i=1}^{m} c_i x_i + \sum_{l=1}^{n} c_{m+l}\, x_{m+l} = 0 . \tag{12}$$

Por consiguiente, es preciso gastar $\bar{c}_{m+j}$ unidades de trabajo por unidad de producto $(m+j)$ (tras la variación obtenemos de nuevo un plan óptimo). Este resultado está condicionado por el hecho de que se ha considerado la variación total de los costes relativos al incremento del volumen de producción, habida cuenta de la nueva distribución de medios. El coste se calcula a partir de los procedimientos utilizados en el plan óptimo. Un cálculo de tal naturaleza se encuentra igualmente justificado cuando los costes sociales de trabajo de un producto determinado (en el caso considerado, los costes de trabajo de un conjunto económico) van unidos a costes de trabajo indirectos.

Consideremos un procedimiento de producción (también puede tomarse una combinación de procedimientos) que tan sólo permite obtener el producto $(m+j)$ ésimo,

no pudiendo los demás productos ser producidos ni utilizados. Como que este procedimiento se emplea en el plan óptimo, tenemos que

$$c_1 x_1^s + \cdots + c_m x_m^s + c_{m+j} x_{m+j}^s = 0. \tag{13}$$

De donde el coste directo de trabajo para la producción de una unidad del bien $(m + j)$ con la ayuda de este procedimiento será:

$$\frac{-x_1^s}{x_{m+j}^s} = \frac{c_1 x_1^s}{\sum_{i=1}^{m} c_i x_i^s} c_{m+j}.$$

que difiere del valor $\bar{c}_{m+j}$ que hemos hallado antes en el multiplicador

$$k = \frac{c_1 x_1}{\sum_{i=1}^{m} c_i x_i} : \frac{c_1 x_1^s}{\sum_{i=1}^{m} c_i x_i^s}$$

Este multiplicador llamado *coeficiente de reducción* indica la diferencia entre las condiciones halladas en el sector considerado y las condiciones medias del conjunto económico, desde el punto de vista de los factores que favorecen la productividad del trabajo. El coeficiente k es mayor que 1 si las condiciones son más favorables que la media y menor que 1 si son menos favorables. En particular, si el trabajo se emplea sin aplicación de factores favorables (disponibles en cantidades limitadas), el coeficiente de reducción del trabajo efectuado sin equipo es igual a:

$$k_H = \frac{c_1 x_1}{\sum_{i=1}^{m} c_i x_i} < 1.$$

Así, pues, vemos que los costes necesarios expresados en trabajo medio pueden ser obtenidos a partir de los costes directos de trabajo, multiplicándolos por un coeficiente de reducción que permite reducir estos costes de trabajo a los necesarios en las condiciones medias. Sin embargo, este enfoque que permite comprender el fondo de la cuestión, no es, en la práctica, aplicable por la seria dificultad que ofrece su cálculo.

No obstante, ello prueba que es posible la evaluación-trabajo de los bienes según el análisis de los gastos generados por el proceso de producción si junto a los costes directos de trabajo tenemos en cuenta los costes indirectos.

Para ello hay que obtener y expresar las evaluaciones de los factores de producción favorables en términos de trabajo medio. Estas evaluaciones serán

$$\bar{c}_i = \frac{x_1}{\sum_{r=1}^{m} c_r x_r} c_i \; (i = 1, 2, \ldots, m).$$

En particular, para $i = 1$ obtenemos la evaluación de una unidad de "trabajo sin equipo", expresada en trabajo medio.

Calcularemos ahora el coste de trabajo por unidad del producto $(m+j)$ en el proceso s teniendo en cuenta el coste directo de trabajo y el coste indirecto relativo a la utilización de los factores favorables, evaluado en trabajo medio. A partir de (12) y (13) obtenemos:

$$-\frac{\sum_{i=1}^{m} \bar{c}_i x_i^s}{x_{m+j}^s} = -\frac{1}{x_{m+j}^s} \sum_{i=1}^{m} \frac{x_1}{\sum_{r=1}^{m} c_r x_r} c_i x_i^s = -\frac{\sum_{i=1}^{m} c_i x_i^s}{x_{m+j}^s} \cdot \frac{x_1}{\sum_{r=1}^{m} c_r x_r}$$

$$= \frac{x_1}{\sum_{r=1}^{m} c_r x_r} c_{m+j} = \frac{-x_1}{\sum_{i=1}^{n} c_{m+i} x_{m+i}} c_{m+j} = \bar{c}_{m+j}.$$

De esta manera, este cálculo da el valor del coste de trabajo necesario. Este procedimiento de cálculo se aplica también cuando entre los costes figuran otros bienes, a condición de que sean evaluados según el trabajo medio.

Para definir los gastos de trabajo en el seno de una colectividad económica cerrada hemos partido de su medida natural. En condiciones más complejas, los costes sociales de trabajo no pueden ser expresados sino en términos de valor. Pero es evidente que siempre es necesario tener en cuenta los gastos indirectos para la reducción del trabajo al trabajo medio, como hemos visto en el curso del análisis precedente.

Significado de los modelos matemáticos y su campo de utilización en el análisis económico.

En el pasado, los campos de aplicación de los métodos matemáticos estaban circunscritos a las ciencias naturales y a la técnica; no obstante, hoy en día, se utilizan en otros dominios de la ciencia y de la actividad humana. La aplicación de los métodos matemáticos en filología (en relación con las máquinas de traducción) y en asuntos militares (investigación operativa) constituyen ejemplos característicos de la nueva situación.

Los problemas económicos (análisis de la planificación económica) que por su misma naturaleza encierran un carácter cuantitativo, proporcionan un natural e importante campo de aplicación a los métodos matemáticos.

El simbolismo y los métodos matemáticos ocupan un lugar importante en las investigaciones económicas de K. Marx y en los trabajos económicos y estadísticos de V. I. Lenin relativos al análisis económico del capitalismo. En sus investigaciones sobre la sociedad capitalista, la ciencia económica marxista trata de descubrir la naturaleza social de esta sociedad, sus leyes generales y las ten-

dencias de su desarrollo y decadencia. Bajo el régimen de una sociedad socialista, la ciencia económica debe servir de base para la resolución concreta de los problemas planteados por el desarrollo de la economía nacional. En la sociedad socialista, las leyes económicas tienen un carácter objetivo, pero en las condiciones de la economía planificada estas leyes se realizan en gran medida a través de decisiones concertadas. Es por ello que el resultado de la aplicación de estas leyes en interés de la sociedad depende del grado de conocimientos que poseamos de ellas.[9] Es evidente pues que el análisis marxista de los problemas económicos de la sociedad socialista y del mecanismo de acción de sus leyes debe ser preciso, detallado y concreto. Y es obvio que en un análisis de tal naturaleza los métodos matemáticos han de tener una participación particularmente importante. La complejidad e interdependencia de los problemas económicos en las actuales condiciones de la producción no permiten proceder a su análisis cuantitativo con la simple ayuda de instrumentos matemáticos elementales. No hay duda de la necesidad de hacer uso de los recientes descubrimientos de las matemáticas modernas.

A pesar de todo, hasta recientemente no sólo era apenas aplicado el análisis matemático a la investigación económica, sino que incluso se ponían objeciones a la misma posibilidad de su utilización. Tales objeciones son totalmente injustificadas.

La negativa a admitir la aplicación de los métodos matemáticos cuantitativos al análisis de los fenómenos económicos en virtud de su carácter específico, a nuestro modo de ver no es más que una supervivencia de la creencia en la no objetividad de las leyes económicas del socialismo.

También resulta difícil de justificar la prevención contra los métodos matemáticos por la mera razón de que a menudo son utilizados por las escuelas económicas del capitalismo. Es evidente que los precedentes de aplicación de las matemáticas a objetivos que nos son extraños no pueden obstaculizar la aplicación metódica de los procedimientos matemáticos a las cuestiones económicas por los hombres de ciencia soviéticos.

El análisis matemático no se aplica inmediatamente a los problemas de la actividad real. A menudo es preciso, mediante la abstracción, obtener modelos matemáticos de los fenómenos estudiados a los que aplicar los métodos y los procedimientos de las matemáticas. Tales modelos, como es natural, no incluyen más que algunos de los aspectos más importantes de los fenómenos examinados. Las soluciones y conclusiones derivadas del análisis no se aplican por tanto a los

---

9. Como ilustración del carácter diferencial que pueden poseer las leyes objetivas, podemos traer como ejemplos los dos problemas clásicos del cálculo de variaciones: el problema de la catenaria y el de la curva braquistocrónica (la línea del recorrido más rápido). Todo hilo pesado se dobla de acuerdo con una curva claramente determinada denominada catenaria, independientemente del conocimiento que sobre ello pueda tener la persona que tensa su extremidad. Pero el tiempo del trayecto que recorrerá el móvil será tanto más corto cuanto más se acerque al braquistocrono, es decir, depende del grado de conocimiento de las leyes de cálculo de las variaciones que posee el constructor del trayecto de descenso.

problemas reales sino con un cierto grado de aproximación. Frecuentemente, un análisis cuantitativo ulterior nos indica en qué dirección es preciso mejorar el modelo para que refleje mejor el problema real.

Es menester observar que el análisis matemático de un modelo, además de poder utilizarse para obtener datos cuantitativos, permite actualizar nuevas leyes, analizar relaciones y dependencias y prever nuevos fenómenos (se puede aducir por vía de ejemplo el descubrimiento de Neptuno y la previsión teórica de algunos fenómenos de velocidades supersónicas en el campo de las ciencias de la naturaleza).

Las premisas metodológicas que constituyen el punto de partida de la construcción del modelo son de una importancia primordial para el uso futuro que se va a hacer de él: deben destacarse únicamente los factores importantes y deben despreciarse los factores de segundo orden. En este sentido algunos modelos de la economía capitalista son notoriamente insuficientes por el hecho de que sus autores hacen abstracción de la explotación, del paro, y de otros fenómenos semejantes inherentes a este régimen. Es evidente que no hay que reconocer validez alguna a las conclusiones obtenidas a partir de dichas premisas.

Por consiguiente al aplicar el análisis matemático y la construcción de modelos matemáticos al estudio de los problemas económicos de la economía socialista es indispensable que las premisas iniciales se basen en los principios de la metodología marxista del análisis económico: razonamiento dialéctico, objetividad de la investigación, análisis social de las relaciones de producción, primacía de la producción y reconocimiento del trabajo como única fuente de valor.

El criterio fundamental para valorar el alcance y la garantía de tales investigaciones —como en general para la autenticidad de cualquier tipo de conocimiento— debe ser la concepción leninista de la práctica. Dicho en otras palabras, la conformidad de los resultados obtenidos y de la experiencia, la medida en que aquéllos permiten aclarar los fenómenos de nuestra actividad económica y actuar sobre ellos y la ayuda aportada a la elaboración de las medidas y decisiones más eficaces son los únicos criterios que permiten apreciar el valor de los modelos y de los métodos matemáticos.

En su conjunto y en los diversos sectores especiales, la sociedad socialista permite, por su propia naturaleza, una utilización más racional de los recursos productivos para la satisfacción de las necesidades sociales. Es por ello que el plan óptimo es una realidad esencial para cada sector de la producción socialista y para la sociedad socialista en su conjunto, y las leyes que rigen la existencia de este plan son las leyes económicas reales de la sociedad socialista (de la misma manera que el movimiento mecánico está regido por el principio de las variaciones).

En virtud de esto es evidente que el método fundamental al aplicar el análisis matemático cuantitativo a los problemas de planificación económica, debe ser la investigación de los problemas matemáticos sobre valores extremos.[10]

10. En cambio, la existencia en la sociedad capitalista del paro, de las crisis, y del subempleo sistemático de la capacidad de producción disponible impiden la aplicación de los mismos principios de investigación. Esto es lo que explica las tentativas de economistas apologistas del capitalismo (por ejemplo, Pareto) para descubrir las leyes económicas del capitalismo a partir de las condiciones matemáticas de un máximo.

En las condiciones de una sociedad socialista el problema central es el incremento del nivel de producción. Por tanto está metodológicamente justificada la separación de los problemas de producción y de los problemas de distribución. El examen por separado de los problemas de la organización óptima de la producción es admisible ya que la apropiación por la sociedad o la propiedad socialista de los medios de producción bajo sus dos aspectos garantizan en una economía exenta de crisis un desarrollo armónico de la producción de acuerdo con las necesidades de la sociedad. Así pues son plenamente legítimos los modelos de planificación (problema fundamental y modelo dinámico) de la producción que corresponden a los problemas de la planificación corriente y de la planificación a largo plazo en los que, dados los recursos, se fija como objetivo la obtención del volumen máximo de producción de una estructura determinada o bien el aumento más rápido de este volumen.[11] Los resultados del análisis de estos esquemas permiten subrayar muchas conclusiones de rico contenido y de importantes características cualitativas que pueden deducirse de las propiedades de optimación de un plan de producción.[12]

No debemos sorprendernos por el hecho de que a pesar de las diferencias cualitativas entre las leyes que rigen las sociedades socialistas y capitalistas y del diverso significado de sus categorías económicas, aparezca una analogía formal y clara entre la eficacia normal y el principio de los beneficios y entre las evaluaciones normales y los precios de producción. V. I. Lenin que había ya prestado atención a esta posibilidad hacía notar que "la unidad de la naturaleza se manifiesta a través de una sorprendente analogía de las ecuaciones diferenciales relativas a los fenómenos más diversos".[13]

Como hemos hecho notar, los modelos estudiados deben aplicarse tanto a los problemas de la planificación de la economía nacional como a las cuestiones particulares relativas a los diversos sectores de la producción socialista y a los problemas parciales de la planificación.

El análisis de estos esquemas conduce igualmente a un sistema de evaluaciones objetivamente determinado.[14]

En la economía socialista hay que basar científicamente la medida de los costes de las diferentes clases de producción. Su conocimiento es indispensable

---

11. En el capitalismo es imposible utilizar tal modelo para el análisis global de la economía. La economía del país, en su conjunto, carece de unidad y con más motivo, de plan óptimo. En la economía capitalista no solamente los intereses de la sociedad están subordinados a los intereses de las compañías capitalistas privadas, sino que además, en vez de las necesidades reales se tiene en cuenta la situación coyuntural de la demanda que es una cosa totalmente distinta de la expresión de las necesidades.

12. Puede decirse que el problema de la formación de precios queda resuelto al definir el hiperplano de apoyo del cono del conjunto de los planes realizables.

13. V. I. Lenin, *Obras*, tomo XIV, p. 276 (cuarta edición rusa).

14. Es importante subrayar que el análisis de modelos es un elemento esencial de la investigación, aunque los modelos no permiten, en modo alguno, agotar el tema. Por ejemplo, en la mecánica de la construcción, el cálculo de un edificio no puede reducirse al de las paredes maestras; no obstante, el cálculo de un edificio completo es imposible efectuarlo si no se domina el método de cálculo de este elemento.

para resolver las cuestiones relativas al reparto del trabajo y a la sustitución de determinados productos o de determinados gastos por otros. Y esta manifestación de las relaciones de valor es fundamental y característica en las condiciones de la sociedad socialista.

La elección de una solución para un problema económico parcial no modifica de una manera radical el plan general que no sufre más que ciertas variaciones. Por tanto las evaluaciones o. d., que responden a las condiciones de producción bajo un plan óptimo, permiten, como hemos visto, comparar correctamente los resultados de las diversas variaciones del plan y constituyen por este motivo el medio más apto para medir el efecto global derivado de la elección de soluciones económicas concretas. Las evaluaciones o. d. proporcionan efectivamente la medida del coste (medio) de trabajo necesario en las condiciones dadas. Este hecho conduce asimismo a contabilizar el uso de aquellos factores que definen las condiciones de empleo de trabajo, y el hecho de que estos factores posean una evaluación o. d. propia (renta, evaluación locativa del equipo) se debe únicamente a la necesidad de contabilizar correctamente los gastos de trabajo, es decir, a la necesidad de obtener no los gastos particulares de trabajo en un sector determinado, sino más bien los gastos totales de trabajo.

Esta contabilización global hace que el nivel de gastos de una producción dada, caracterizado por los gastos de aumento del volumen de dicha producción, por regla general es único para el conjunto de los medios utilizados (racionalmente), en todos los lugares y en consecuencia coincide con el nivel global (medio) de gastos.[15]

Es importante hacer notar el carácter real del problema de la planificación óptima de la manera que ha sido planteado. El sistema de evaluaciones o. d. definido simultáneamente con el plan óptimo, ofrece la manera de resolver numerosas cuestiones importantes para la efectiva realización del plan: posibilita la modificación del plan (que permanece siempre óptimo) al modificarse las condiciones, permite establecer índices de apreciación de la actividad de los sectores aislados induciendo a respetar el plan, etc.

Sin embargo, es necesario subrayar que los modelos de planificación de la producción examinados no constituyen más que una aproximación al problema real. Estudios más profundos permitirían corregir lo que pueden tener de insuficiente las hipótesis de linealidad, y tener en cuenta el carácter estocástico (probabilista) de ciertos datos; finalmente no hay que perder de vista la influencia de factores extraeconómicos. Pero tales consideraciones no modifican las conclusiones fundamentales ni mucho menos la necesidad de proseguir el camino trazado en los modelos examinados.

Ciertamente en nuestros modelos quedan por examinar determinadas cuestiones importantes: la estructura de producción precisa de los bienes de consumo establecida sobre la base del estudio de las necesidades y demanda, los problemas de distribución de rentas y particularmente el sistema de salarios, etc.

---

15. El hecho de ignorar los gastos indirectos conduce a una alteración de las relaciones reales de costes comparable a la que se produciría en los problemas de mecánica si las fuerzas de reacción, de fricción y de inercia se excluyeran del cálculo (o bien se introdujeran solamente de una manera cualitativa), teniendo en cuenta únicamente las fuerzas activas "visibles".

Todos estos problemas exigen estudios especiales que desbordan el marco de esta obra, pero no hay duda que los métodos y los modelos matemáticos van a tener un lugar en estas investigaciones.

Todos los problemas que hemos examinado requieren asimismo numerosas investigaciones posteriores que probablemente aportarán importantes rectificaciones a las posiciones que se han tomado en esta obra y plantearán cuestiones esenciales que no se han abordado.

Sin embargo, no dudamos de que el análisis matemático permitirá captar mejor el aspecto cuantitativo de las leyes económicas de una sociedad socialista y destacar las ventajas de esta construcción social. Ello permitirá la realización más completa de las posibilidades de producción de los procedimientos socialistas.

APÉNDICE II

MÉTODOS NUMÉRICOS DE RESOLUCIÓN DE LOS PROBLEMAS DE LA PLANIFICACIÓN ÓPTIMA

Los criterios del plan óptimo que hemos señalado en el apéndice I conducen a una serie de métodos que permiten resolver los problemas de la planificación óptima. Va a ser objeto del presente apéndice la descripción de estos métodos.

En los métodos expuestos, los multiplicadores constituyen el instrumento fundamental para hallar el plan óptimo. Estos métodos, por tanto, pueden ser considerados como aplicaciones concretas del *método general de los multiplicadores de resolución* descrito en [1] (de la bibliografía referente a dichos apéndices).

Como en el resto del libro, la siguiente exposición va dirigida a lectores no profesionalmente matemáticos; por esto, no vamos a detenernos en el detalle de los fundamentos matemáticos de los métodos descritos ni en el análisis de ciertos casos particulares que rara vez aparecen en la práctica.

Conviene hacer notar que los métodos de resolución de los problemas estudiados derivados de las reglas generales del análisis clásico son prácticamente inaplicables, incluso en casos relativamente sencillos. Por ejemplo, para buscar la solución del problema A (sobre el reparto de los programas) con la ayuda de estos métodos y para un valor de $m = 8$ y $n = 5$, habría que resolver cerca de cien mil sistemas de ecuaciones lineales con 12 incógnitas, lo cual resulta irrealizable aun con la ayuda de calculadoras electrónicas modernas.

Análisis de un plan en curso de realización

El control (análisis) del plan en curso está estrechamente relacionado con el problema de la búsqueda de un plan óptimo. El procedimiento de control comúnmente utilizado en la práctica consiste en tratar de establecer un nuevo plan de producción más elevada. El examen para este fin, del enorme número de posibles variantes está por lo general fuera de nuestro alcance y la verificación de una pequeña parte de estas alternativas no puede darnos la seguridad de que el plan en examen sea un plan óptimo. Así pues, los métodos corrientes de control no permiten fundamentar la optimación de las alternativas seleccionadas; la calidad del control depende entonces de la cualificación de las per-

sonas encargadas de asegurarlo y en consecuencia estos controles están contaminados de subjetividad.

Los criterios del plan óptimo (cf. apéndice I, teoremas 1-6) dan un método objetivo de control del plan en curso. Para verificar la optimación de este plan basta asegurar que existe un sistema de multiplicadores (evaluaciones) que satisfacen las condiciones dadas.

Ejemplo 1. — [1] En las condiciones del problema *A* (cf. apéndice 1, p. 235) sean $m = 4$, $n = 3$, $k_1 = 5$, $k_2 = 12$ y $k_3 = 10$ (se trata, por ejemplo, del reparto de la producción de tres clases de operaciones entre cuatro unidades de producción); la productividad a_{ij} ($i = 1, 2, 3, 4$; $j = 1, 2, 3$) de las unidades de producción se caracteriza por la matriz siguiente:

$$\| a_{ij} \| = \begin{Vmatrix} 40 & 250 & 250 \\ 20 & 0 & 500 \\ 80 & 200 & 220 \\ 0 & 120 & 180 \end{Vmatrix}$$

Consideremos el siguiente plan admisible de operaciones de la unidad de producción:

$$\pi = \| h_{ij} \| = \begin{Vmatrix} 0{,}436 & 0{,}564 & 0 \\ 0{,}565 & 0 & 0{,}435 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{Vmatrix}$$

Según este plan, por unidad de tiempo se producen las siguientes cantidades:

$$x_1^\pi = 108{,}74\,;$$

$$x_2^\pi = 261\,; \qquad x_3^\pi = 217{,}5$$

de cada uno de los tres productos (por ejemplo, $x_1^\pi = 40 \times 0{,}436 + 20 \times \times 0{,}565 + 80 \times 1 = 108{,}74$), es decir, que por unidad de tiempo se producen

$$\mu(\pi) = \frac{x_1^\pi}{k_1} = \frac{x_2^\pi}{k_2} = \frac{x_3^\pi}{k_3} = 21{,}75$$

conjuntos proporcionales completos.

Tratemos de encontrar para los tres productos, las evaluaciones que satisfacen las condiciones del teorema 1. Dichas evaluaciones se definen a partir de un factor de proporcionalidad; se puede pues tomar un valor $c_1 = 1$ para el primer producto. Entonces, la productividad de las unidades (1), (2) y (3) que se emplean para la producción de este objeto, es respectivamente igual a

---

1. Los datos de este ejemplo corresponden en lo esencial al problema examinado en la sección 2 del capítulo I.

$$d_1 = 1 \times 40 = 40, \quad d_2 = 1 \times 20 = 20, \quad d_3 = 1 \times 80 = 80.$$

En la unidad (1) se produce también el producto de tipo 2; la evaluación unitaria de este producto será $c_2 = 40/250 = 0{,}16$. A partir de aquí obtenemos la producción de la unidad (4): $d_4 = 0{,}16 \times 120 = 19{,}2$ y la evaluación unitaria del objeto 3 será $c_3 = 20/500 = 0{,}04$. Las evaluaciones sucesivamente definidas pueden ser representadas de una manera esquemática (figura 10).

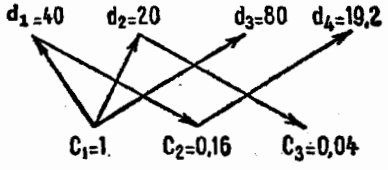

FIG. 10

No hay dificultad en admitir que las evaluaciones así obtenidas satisfacen plenamente las condiciones del teorema 1 (en particular, cada máquina ejecuta la clase de operaciones para la que es máxima su productividad). Por consiguiente, estas evaluaciones representan un sistema de evaluaciones o. d. y el plan examinado es, por tanto, un plan óptimo.

Examinemos ahora otro plan

$$\pi' = \begin{Vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0{,}1925 & 0{,}8075 & 0 \\ 0 & 0{,}1622 & 0{,}8378 \end{Vmatrix}$$

En este plan obtenemos

$$x_1^{\pi'} = 75{,}4\,;$$

$$x_2^{\pi'} = 181{,}0\,; \qquad x_3^{\pi'} = 150{,}8\,;$$

$$\mu(\pi') = \frac{x_1^{\pi'}}{k_1} = \frac{x_2^{\pi'}}{k_2} = \frac{x_3^{\pi'}}{k_3} = 15{,}08\,.$$

Comprobando este plan con un procedimiento análogo al anterior, obtenemos los siguientes valores:

$$c_1 = 1\,; \quad d_1 = 40\,; \quad d_2 = 20\,; \quad d_3 = 80\,;$$
$$c_2 = 80/200 = 0{,}4\,; \quad d_4 = 0{,}4 \times 120 = 48\,; \quad c_3 = 48/180 = 0{,}2667\,.$$

Las evaluaciones obtenidas ahora no satisfacen las condiciones del teorema 1; así, por ejemplo, la productividad en la unidad (2) para el producto 3, sería

$$0{,}2667 \times 500 = 133{,}3 > 20 = d_2$$

y esta oportunidad no está captada por el plan (no se satisface la condición *b*). Por tanto el plan π' no es un plan óptimo; puede ser mejorado utilizando parcialmente el sector (2) para la fabricación del producto 3.

Ejemplo 2. — Examinemos ahora un problema de transporte (problema *F*) en las condiciones concretas tomadas de la figura 11.

Tenemos $m = 14$ puntos unidos por una red de vías férreas que comportan $r = 19$ secciones.[2] En cada uno de los puntos (i) citados, el volumen de demanda b_i está indicado entre paréntesis. Los puntos de producción $(b_i < 0)$ vienen representados por rectángulos, los puntos de consumo $(b_i > 0)$ por círculos y los puntos de tránsito $(b_i = 0)$ por triángulos. Sobre cada sección figura el valor a_s, coste de transporte de la unidad de carga por dicha sección. Precisemos que los valores b_i representan el volumen de necesidades en número de vagones por día y los valores a_s representan las distancias dadas en kilómetros entre los puntos correspondientes; así, pues, los costes vienen dados en vagones-kilómetros.

En la figura 11 también se indica un programa de transporte (las flechas y las cifras indican respectivamente la dirección y el número de cargas unitarias). Según este programa el producto transportado llega a cada punto en la cuantía deseada; es decir, el plan es admisible. Para comprobar si este plan es óptimo, es preciso examinar si existen unos potenciales $c_1, c_2, \ldots, c_{14}$ que satisfagan las condiciones del teorema 5.

Los potenciales sólo pueden venir definidos a partir de un término constante; por esto, el potencial de uno de los puntos puede ser fijado arbitrariamente. Tomemos por ejemplo el valor $c_1 = 500$ para el potencial de Moscú. Se efectúan transportes de Moscú a Mojaisk; por tanto el potencial de este punto es $c_4 = 500 + 109 = 609$. Asimismo obtenemos c_6, c_{13}, c_5, c_2, etc.

$$
\begin{array}{lll}
c_6 = 500 + 122 = 622; & c_{13} = 622 - 48 = 574; & c_5 = 574 + 150 = 724; \\
c_2 = 574 - 90 = 484; & c_7 = 484 + 142 = 626; & c_8 = 500 + 183 = 683; \\
c_{14} = 683 - 50 = 633; & c_9 = 633 - 70 = 563; & c_3 = 563 - 84 = 479; \\
c_{10} = 500 + 109 = 609; & c_{11} = 500 + 117 = 617; & c_{12} = 500 + 238 = 738.
\end{array}
$$

Los potenciales así obtenidos satisfacen la totalidad de las condiciones del teorema 5. En efecto, los hemos calculado de modo que satisfacen la condición *b*); igualmente puede comprobarse que se observa la condición *a*):

$$
\begin{array}{lll}
c_5 - c_4 = 115 < 133; & c_8 - c_7 = 57 < 82; & c_8 - c_{13} = 109 < 150; \\
c_{14} - c_{10} = 24 < 136; & c_{10} - c_9 = 46 < 142; & c_{11} - c_3 = 138 < 198;
\end{array}
$$

El programa examinado es, pues, un programa óptimo.

En el ejemplo precedente, los potenciales de cada punto han sido determinados únicamente de acuerdo con la condición *b*). En un programa de transportes puede ocurrir que las estaciones se reúnan en diversos grupos independientes. Entonces no hay posibilidad de definir los potenciales de cada punto únicamente a partir de la condición *b*). Sin embargo, utilizando simultáneamente las condiciones *a*) y *b*) se obtiene un sistema de desigualdades para el conjunto de los

---

2. Más exactamente, si se mantienen las notaciones del problema *F* sería menester hacer $r = 38$, ya que en este caso los bienes pueden ser transportados en cualquiera de las dos direcciones de cada sección de la red.

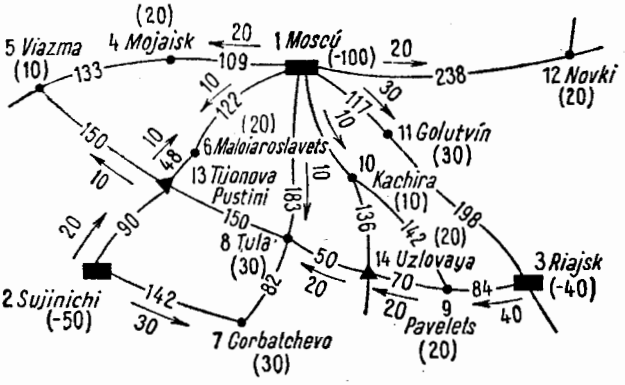

FIG. 11

potenciales. El programa será óptimo si este sistema no comporta ningún género de incompatibilidades. De no ser así, significaría que el programa en cuestión no es óptimo; pero en seguida, aparece la forma de mejorar el plan dado.

Demostrémoslo con un ejemplo. Sea el programa dado por la figura 12, con las condiciones del ejemplo precedente. No es difícil ver que este programa es admisible. Intentemos hallar los correspondientes potenciales. Tomando $c_1 = 500$, obtenemos:

$$c_4 = 609;\ c_6 = 622;\ c_{10} = 609;\ c_{11} = 617;\ c_{12} = 738.$$

Los demás puntos no tienen relación con los puntos precedentes y la condición *b*) no permite definir sus potenciales.

Con todo, aplicando a la sección Viazma-Mojaisk la condición *a*), obtenemos:

$$609 - 133 = 476 \leqslant c_5 \leqslant 609 + 133 = 742.$$

Según *b*) y *a*) obtenemos para Tijonova-Pustini

$$326 = 476 - 150 \leqslant c_{13} \leqslant 742 - 150 = 592,$$
$$574 = 622 - 48 \leqslant c_{13} \leqslant 622 + 48 = 670,$$

de donde

$$574 \leqslant c_{13} \leqslant 592.$$

Además, en virtud de *b*) obtenemos:

$$484 \leqslant c_2 \leqslant 502;\ 626 \leqslant c_7 \leqslant 644;\ 708 \leqslant c_8 \leqslant 726.$$

La aplicación de la condición *a*) a la sección Moscú-Tula proporciona

$$317 \leqslant c_8 \leqslant 683.$$

Para c_8, potencial en Tula, se obtienen las siguientes desigualdades

$$c_8 \geqslant 708,\quad c_8 \leqslant 683;$$

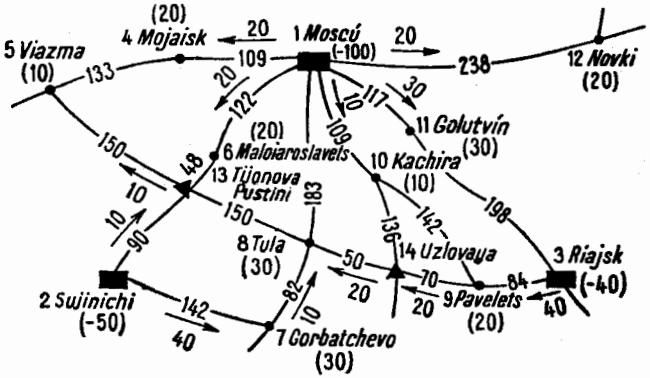

FIG. 12

cuya incoherencia demuestra que el programa no es óptimo. Puede ser mejorado aumentando el tráfico en la sección Moscú-Tula y reduciéndolo en la sección Gorbatchevo-Tula (la primera de estas secciones es la que fijaba el límite inferior a 708 del potencial en Tula y, la segunda, el límite superior a 683). Posteriormente examinaremos la manera de revisar este programa.

Ahora procederemos a la exposición algebraica general del método descrito de control de la planificación de la producción bajo las condiciones del problema fundamental (cf. apéndice I, problema D).

A cada vector realizable (plan) $\pi = (h_1, h_2, \ldots, h_r)$, corresponde como hemos visto (cf. [8], p. 247), un punto

$$y^0 + \lambda_z = \sum_{s=1}^{r} h_s a^s + \sum_{i=1}^{N} h_{r+i} e^i, \tag{1}$$

en que

$$y^0 = (b_1, \ldots, b_m, 0, \ldots, 0), z = (0, \ldots, 0, k_1, \ldots, k_n),$$

$$a = (a_1^s, a_2^s, \ldots, a_N^s)$$

son vectores dados que caracterizan las cantidades disponibles y limitadas de los m primeros bienes, la proporción exigida de los n últimos bienes y los procedimientos tecnológicos;

$$e^i = \left(\overbrace{0, \ldots, 0}^{i-1}, -1, 0, \ldots, \right)$$

son los vectores unidad sobre los ejes de coordenadas correspondientes; $\lambda = \mu(\pi)$ es el producto agregado; h_s $(s = 1, \ldots, r)$ son los componentes del vector π y los coeficientes h_{r+i} representan los excedentes de diversos elementos según la fórmula (9) (p. 247). Dejando en el segundo miembro de (1) los términos distintos de 0, obtenemos la relación

$$y^0 + \lambda_z = \sum_{k=1}^{u} h_{s_k} a^{sk} + \sum_{l=1}^{v} h_{r+i_l} e_l^0$$

$$(h_s > 0,\ s = s_1, \ldots, s_u,\ r + i_l = r + i_1, \ldots, r + i_v). \tag{2}$$

En el apéndice I (cf. teorema 3) se ha demostrado que para que el plan realizable sea óptimo es condición necesaria y suficiente que existan unos multiplicadores (evaluaciones o. d.) $c_1, c_2, \ldots, c_N$ de manera que

$$a) \qquad c_i \geqslant 0 \,(i = 1, \ldots, N), \ \max_{1 \leqslant j \leqslant n} c_{m+j} > 0 ;$$

$$b) \qquad \sum_{i=1}^{N} c_i a_i^s \leqslant 0 \,(s = 1, \ldots, r) ;$$

$$c) \qquad \sum_{i=1}^{N} c_i a_i^{sk} = 0 \,(k = 1, \ldots, u) ;$$

$$d) \qquad c_{i_l} = 0 \,(1 = 1, \ldots, v) .$$

Ello permite formular la siguiente regla general de control:

Regla 1. — Para comprobar un plan realizable $\pi = (h_1, h_2, \ldots, h_r)$, basta examinar el sistema de ecuaciones *c)* y *d)* con las incógnitas $c_1, c_2, \ldots, c_N$.

1) Si este sistema no admite solución que satisfaga a la condición *a)*, el plan no es un plan óptimo; pero puede ser mejorado sin introducir nuevos procedimientos tecnológicos, modificando la intensidad de empleo de los procedimientos utilizados en el plan.

2) Si el sistema considerado admite una solución $\bar{c}_1, \bar{c}_2, \ldots, \bar{c}_N$ (a partir de un primer factor tomado arbitrariamente) que satisface la condición *a)*, las evaluaciones de los procedimientos tecnológicos son iguales a

$$\sum_{i=1}^{N} \bar{c}_i a_i^s \ (s = 1, \ldots, r) . \tag{3}$$

Si estas evaluaciones no son positivas, la condición *b)* también se cumple; en consecuencia el plan π es un plan óptimo y los valores $\bar{c}_i \,(i = 1, \ldots, N)$ representan un sistema de evaluaciones o.d. En caso contrario, el plan examinado no es óptimo y puede ser mejorado aumentando el empleo de los procedimientos tecnológicos que tienen una evaluación positiva.

3) Si el sistema *c)* — *d)* es indeterminado, es decir, si su solución general contiene varias constantes arbitrarias, las condiciones *a)* y *b)* nos proporcionan un sistema de desigualdades para la selección de estas constantes.

Si existe un sistema de evaluaciones compatible con este sistema de desigualdades, el plan π es un plan óptimo.

Observación. — En la práctica, el caso 3) es menos frecuente que los casos 1) y 2).

En el ejemplo 1, para el control del plan π, tenemos el siguiente sistema:

$$\begin{array}{lll} -d_1 + 40\ c_1 = 0 ; & -d_2 + 20\ c_2 = 0 ; & -d_3 + 80\ c_3 = 0 ; \\ -d_1 + 250\, c_2 = 0 ; & -d_2 + 500\, c_3 = 0 ; & -d_4 + 120\, c_2 = 0 , \end{array}$$

que como es fácil de comprobar satisface las condiciones *c)* y *d)*. Además he-

mos visto que las operaciones que hay que confiar a cada unidad son las que maximizan su productividad, o sea, que deben darse las siguientes desigualdades:

$$-d_i + a_{ij}c_j \leqslant 0 \quad (i = 1, 2, 3, 4;\ j = 1, 2, 3).$$

Asimismo hemos establecido que todos los valores (3) son en este caso no positivos y, por consiguiente, este plan es óptimo.

Construcción de un plan óptimo mediante rectificaciones sucesivas.[3]

Ya hemos indicado cómo puede comprobarse si un plan es óptimo y en su caso, cómo es posible mejorarlo. En efecto, la mejora se efectúa introduciendo en el plan uno de los procedimientos no empleados (este papel puede también ser desempeñado por un vector e^i). Además, se determina el nivel máximo de intensidad de utilización de este procedimiento en el plan. Como norma general, la inclusión de un nuevo procedimiento excluye uno de los procedimientos usados antes. Se obtiene de esta manera un plan de productividad superior al anterior. Si el nuevo plan no es un plan óptimo, los procedimientos de mejora se manifiestan de nuevo en el curso de su comprobación, etc. Tras un cierto número de operaciones de esta clase, se obtiene el plan óptimo y el sistema de evaluaciones o. d. Es éste uno de los métodos prácticos de resolución de los problemas de planificación óptima.

A través de los ejemplos que acabamos de examinar mostraremos lo esencial de este método.

En el ejemplo 1 (p. 269) se ha establecido que el plan π' no era un plan óptimo y que podía ser mejorado utilizando parcialmente la unidad (2) para la producción del producto 3.

Designemos por ε el período de tiempo de trabajo de la unidad (2) que en el nuevo plan se consagra a la fabricación del producto 3. La utilización *total* de esta unidad productiva para la fabricación de dicho producto, nos proporciona una ganancia igual a $133{,}3 - 20 = 113{,}3$ unidades, lo que corresponde a

$$113{,}3/(1 \times 5 + 0{,}4 \times 12 + 0{,}2667 \times 10) = 9{,}088$$

conjuntos proporcionales completos. Nos beneficiamos pues de una ganancia de $9{,}088\ \varepsilon$ conjuntos proporcionales completos.

En la unidad (2) se produce durante el tiempo ε, $500\ \varepsilon$ unidades del producto 3, pero no son necesarias más que $10 \times 9{,}088\ \varepsilon = 90{,}88\varepsilon$. El período de tiempo que ha quedado libre en la unidad (4) es igual a

$$(500\ \varepsilon - 90{,}88\ \varepsilon)\ /180 = 2{,}273\ \varepsilon.$$

---

3. El método de rectificaciones sucesivas en los problemas de transporte se expone en [3, 4] y aplicado a la manipulación de materias primas complejas, se halla en [5] de la bibliografía de los apéndices. Este método tiene varios puntos comunes con el método del simplex llamado Dantzig (Cf. [9]), elaborado independientemente sin embargo, este último procedimiento no utiliza las evaluaciones o. d. (multiplicadores de resolución), lo que obliga en cada paso del proceso a definir de nuevo todos los componentes de los vectores a^s sobre la base e^i. El método propuesto exige una cantidad menor de cálculos.

Utilizando este período para la producción del segundo producto se producirán $120 \times 2{,}273\,\varepsilon = 272{,}8\,\varepsilon$ unidades en lugar de $12 \times 9{,}088\,\varepsilon = 109{,}1\,\varepsilon$ que son las que se desean.

Ello permitirá descargar la unidad (3) de

$$(272{,}8\,\varepsilon - 109{,}1\,\varepsilon)\,/200 = 0{,}8185\,\varepsilon.$$

Utilizando este tiempo para la producción del primer producto, se obtendrá una cantidad igual a $80 \times 0{,}8185\,\varepsilon = 65{,}48\,\varepsilon$ unidades del mismo. Pero en la unidad (2) la producción de este objeto se reduce en $20\,\varepsilon$ unidades. Por consiguiente, la ganancia realizada es igual a $65{,}48\,\varepsilon - 20\,\varepsilon = 45{,}48\,\varepsilon$, lo cual corresponde a la necesidad de aumentar la producción del primer objeto en $5 \times 9{,}088\,\varepsilon = 45{,}44\,\varepsilon$ (los valores obtenidos están redondeados).

De esta manera el nuevo plan toma la forma

$$\pi'' = \left\| \begin{matrix} 1 & 0 & 0 \\ 1-\varepsilon & 0 & \varepsilon \\ 0{,}1925 + 0{,}8185\,\varepsilon & 0{,}8075 - 0{,}8185\,\varepsilon & 0 \\ 0 & 0{,}1622 + 2{,}273\,\varepsilon & 0{,}8378 - 2{,}273\,\varepsilon \end{matrix} \right\| \qquad (4)$$

Lo que nos interesa es el valor máximo ε, pero todos los valores h_{ij} deben ser no negativos. Nos quedamos, pues, con el valor

$$\varepsilon = 0{,}8378/2{,}273 = 0{,}3686.$$

Sustituyendo este valor en (4), obtenemos el plan de producción.

$$\pi'' = \left\| \begin{matrix} 1 & 0 & 0 \\ 0{,}6314 & 0 & 0{,}3686 \\ 0{,}4942 & 0{,}5058 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{matrix} \right\|$$

para el que se obtiene $9{,}088\,\varepsilon = 3{,}35$ conjuntos proporcionales adicionales con respecto al plan π'.

La revisión del plan π'' revela que no es óptimo. Mejorando a su vez este plan, obtendríamos el plan π (pág. 269) que como ya hemos demostrado es óptimo.

Hemos visto que el programa del ejemplo 2 representado por la figura 12 no era óptimo. Las contradicciones que aparecían al determinar los potenciales mostraban que este programa podía ser mejorado despachando un cierto número de vagones de Moscú a Tula, reuniendo estos puntos por un arco Moscú-Maloiaroslavets-Tijonova-Pustini-Sujinichi-Gorbatchevo-Tula, compuesto de las secciones utilizadas para la determinación del límite superior de 683 para el potencial de Tula. El número mínimo de vagones en esta dirección es de 10 (sección Gorbatchevo-Tula). Reducimos pues en 10 vagones el tráfico en esta dirección. A saber: disminuimos en 10 el número de vagones según las flechas dirigidas hacia esta dirección y aumentamos en el mismo número el total de vagones dirigidos en sentido inverso y creamos un tráfico de 10 vagones en la sección sin tráfico previsto (sección Maloiaroslavets-Tijonova-Pustini), en dirección Tula-

Moscú. Para no romper el equilibrio total (es decir, para que el programa permanezca realizable) dirigimos 10 vagones directamente de Moscú a Tula. De esta manera obtenemos el programa representado por la figura 11, que ya hemos visto que es óptimo.

En este ejemplo hemos obtenido el programa óptimo tras una sola rectificación.

Generalmente es preciso proceder a varias rectificaciones con respecto al plan inicial.

Ahora vamos a describir este método de una manera general. Para simplificar la exposición supondremos que para todo plan realizable $\pi = (h_1, h_2, \ldots, h_r)$ de producción agregada $\mu(\pi) > 0$, el número de términos de la representación del punto $y^0 + \mu(\pi)\, z$ en la forma (2) debe satisfacer la condición [4]

$$u + v \geqslant N - 1. \tag{5}$$

El proceso comienza con el plan realizable $\pi = (h_1, h_2, \ldots, h_r)$ para el que se verifica la siguiente igualdad:

$$u + v = N - 1. \tag{6}$$

Como se demostrará más adelante, en este caso los vectores

$$z,\ a^{s_1},\ \ldots,\ a^{s_v},\ e^{i_1},\ \ldots,\ e^{i_v} \tag{7}$$

forman una base del espacio considerado, es decir, que cualquier vector puede ser representado de una manera única mediante una combinación lineal de estos vectores.

De donde se deduce que el sistema

$$\sum_{j=1}^{n} k_j c_{m+j} = 1, \qquad \sum_{i=1}^{N} a_i^{s_k} c_i = 0 \ \ (k = 1, \ldots, u),$$
$$c_{i_l} = 0 \qquad (l = 1, \ldots, v) \tag{8}$$

tiene una única solución $c_1, c_2, \ldots, c_N$.

Si esta solución satisface las condiciones

$$a) \qquad c_i \geqslant 0 \quad (i = 1, 2, \ldots, N),$$

$$b) \qquad \sum_{i=1}^{N} c_i a_i^s \leqslant 0 \quad (s = 1, \ldots, r),$$

el plan π es óptimo y $c_1, c_2, \ldots, c_N$ representan un sistema de evaluaciones o. d.

---

4. De no cumplirse esta condición, la construcción del plan puede revestir algunas dificultades. Ante tal situación nos hallamos en la segunda parte del ejemplo 2, lo cual a pesar de todo, no nos impide hallar el plan óptimo. No obstante, no nos detendremos en examinar detalladamente este caso. Solamente hagamos notar que, por lo general, se cumplirá la condición (5); en caso contrario se trata de una situación de degeneración; bastan modificaciones de poca importancia con respecto a los datos iniciales para restablecer la situación y satisfacer dicha condición.

De no cumplirse una de estas condiciones, el plan π no es óptimo y puede aumentarse la productividad añadiendo al plan el vector

$$x = \begin{cases} e^{i_0}, & \text{si} \quad c_{i_0} < 0, \\ a^{s_0}, & \text{si} \quad \sum_{i=1}^{N} c_i a_i^s > 0. \end{cases} \tag{9}$$

Representemos a x mediante una combinación lineal de los vectores (7)

$$x = f \cdot z + \sum_{k=1}^{u} g_{s_k} a^{s_k} + \sum_{l=1}^{v} g_{r+i_l} e^{i_l}, \tag{10}$$

efectuando el producto escalar de cada uno de los dos miembros de esta igualdad por el vector $c = (c_1, c_2, \ldots, c_N)$ y, en virtud de (8), se obtiene

$$f = (c, x) = \begin{cases} -c_{i_0} > 0 & \text{si} \quad x = e^{i_0}; \\ \sum_{i=1}^{N} c_i a_i^{s_0} > 0 & \text{si} \quad x = a^{s_0}. \end{cases}$$

Finalmente, con arreglo a (2) y (10), se obtiene la identidad

$$y^0 + (\lambda + \varepsilon f) z = \sum_{k=1}^{u} (h_{s_k} - \varepsilon g_{s_k}) a^{s_k} + \sum_{l=1}^{v} (h_{r+i_l} - \varepsilon g_{r+i_l}) e_{i_l} + \varepsilon x; \tag{11}$$

en la que $\lambda + \varepsilon f$ caracteriza la escala de producción del nuevo plan. Recordemos que estamos buscando el valor máximo de ε para el que todos los coeficientes de (11) permanecen no negativos. En otros términos:

$$\varepsilon = \min_{g_s > 0} \frac{h_s}{g_s} \left(s = s_1, \ldots, s_u, r + i_1, \ldots, r + i_v\right). \tag{12}$$

De esta manera llegamos a representar bajo la forma (2) al punto $y^0 + \lambda' z$, donde $\lambda' = \lambda + \varepsilon f > \lambda$ y el número de términos $u' + v' = N - 1$; el proceso puede ser reiterado. (Si todos los coeficientes de (10), $g_s \leqslant 0$, como ocurre en (11), es señal de que existen planes de productividad tan elevada como deseemos y, en consecuencia, que no existe plan óptimo. Además, esta misma conclusión se deduce del teorema 4 del apéndice I, pues si se cumple la relación (10) no se satisface la condición β de este teorema. Como hemos ya indicado, este caso no se da en los problemas prácticos.)

El proceso descrito no puede prolongarse indefinidamente ya que existe un número finito de puntos $y^0 + \lambda z$ para los que en la representación (2) el número de términos satisface (6), y como el proceso es monótono ($\lambda' > \lambda$), no es posible pasar dos veces por un mismo punto. Tras un número limitado de rectificaciones, hallaremos pues el plan óptimo $\pi = (h_1, h_2, \ldots, h_r)$ y el sistema

$c_1, c_2, \ldots, c_N$; si no, debemos concluir la no existencia de plan óptimo para el problema planteado.

Las mayores dificultades nacen al resolver el sistema (8) y al tratar de descomponer los vectores x con arreglo a la base (7). Indicaremos cómo es posible simplificar estas operaciones a partir de la segunda rectificación haciendo uso de matrices.[5]

Designemos por A la matriz de los coeficientes de las incógnitas del sistema (8). Supondremos la existencia y el conocimiento de la matriz inversa de A que designaremos por A^{-1}. Es evidente que los elementos de la primera columna de esta matriz representan la solución del sistema (8). Entonces es fácil obtener la descomposición (10) del vector x:

$$(f, g_{s_1}, \ldots, g_{s_u}, g_{r+i_1}, \ldots, g_{r+i_v}) = x \cdot A^{-1}. \tag{13}$$

El cálculo de la matriz inversa no es nunca más fácil que la resolución de los dos sistemas de ecuaciones (la determinación de los coeficientes de (10) exige la resolución del sistema). Pero el sistema (8) obtenido iterativamente no difiere del sistema precedente más que en una sola ecuación, y por tanto puede seguirse la siguiente regla para la inversión de la matriz (a partir de la segunda etapa).

Regla 2. — Sean las matrices cuadradas de orden N, $A_1 = \| x_{ij} \|$ y $A_2 = \| x'_{ij} \|$, que difieren únicamente por los elementos de la línea ν,

$$x_{ij} = x'_{ij} \ (i = 1, \ldots, \nu - 1, \nu + 1, \ldots, N; \ j = 1, \ldots, N),$$

y la matriz inversa $A_1^{-1} = \| y_{ij} \|$ que igualmente suponemos dada. Entonces la matriz inversa $A_2^{-2} = \| y'_{ij} \|$ se obtiene de la siguiente manera:

1) Se calcula el vector

$$(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_N) = (x'_{\nu_1}, x'_{\nu_2}, \ldots, x'_{\nu_N}) \cdot A_1^{-1}.$$

2) Se divide la columna ν de la matriz A_1^{-1} por α_ν; después se multiplica el resultado sucesivamente por

$$\alpha_j \ (j = 1, \ldots, \nu - 1, \nu + 1, \ldots, N).$$

Se suprime la columna así transformada de la columna correspondiente de la matriz A_1^{-1}. Dicho de otra manera, los elementos de la matriz A_2^{-1} se definen de la siguiente manera:

---

5. Con respecto a las notaciones matriciales y a las operaciones sobre matrices cf., por ejemplo, V. N. FADDEYEVA, "Métodos numéricos de álgebra lineal" Gostejizdat 1950 (*Computational Methods of Linear Algebra*, Dover Publication. Nueva York, 1959).

$$y'_{ij} = \begin{cases} \dfrac{1}{\alpha_\nu} \cdot y_{i_\nu} & \text{para} \quad j = \nu; \\ y_{ij} - \dfrac{\alpha_j}{\alpha_\nu} \cdot y_{i_\nu} & \text{para} \quad j \neq \nu. \end{cases}$$

Estamos ahora en condiciones de formular la regla a seguir en el curso del proceso de sucesivas rectificaciones:

Regla 3. — La consecución del plan óptimo y del sistema de evaluaciones o. d. puede ser dirigido de la siguiente manera:

1) Todo dato de un plan realizable $\pi = (h_1, h_2, \ldots, h_r)$ equivale a otro dato de una matriz A cuyas líneas son los componentes de los vectores z,

$$a^s{}_k \, (k = 1, \ldots, u), \quad e^i{}_l \, (l = 1, \ldots, v).$$

2) Se calcula la matriz inversa A^{-1} (para ello puede utilizarse uno de los procedimientos habituales).[6]

3) Se comprueban las condiciones *a*) y *b*) para los elementos de la primera columna de la matriz A^{-1} que dan los valores de $c_1, c_2, \ldots, c_N$. De cumplirse estas condiciones, tales elementos representan un sistema de evaluaciones o.d. y el plan $\pi = (h_1, h_2, \ldots, h_r)$ es óptimo; el proceso ha terminado. En caso contrario se considera el vector x definido por (9) y se pasa a la siguiente operación.

4) Se calculan con arreglo a (13) y (12), los coeficientes f,

$$g_s \, (s = s_1, \ldots, s_u, \; r + i_1, \ldots, r + i_v)$$

y el valor de ε. Los valores así obtenidos determinan los coeficientes de la nueva relación (2):

$$\lambda' = \lambda + \varepsilon f, \quad h'_s = h_s - \varepsilon g_s \quad (s = s_1, \ldots, s_u, \; r + i_1, \ldots, r + i_v);$$

en que ε representa el coeficiente del nuevo vector x.

No existe plan óptimo si todos los coeficientes $g_s \leqslant 0$.

5) Se colocan los nuevos elementos — los componentes del vector x — en la línea de la matriz A para la cual se anula el coeficiente h'_s y se invierte la matriz obtenida con arreglo a la regla 2. Los coeficientes $\alpha_j (j = 1, \ldots, N)$ coinciden con los coeficientes correspondientes f y g_s calculados en el curso de la operación precedente.

6) Volvemos entonces al punto 3.

Queda todavía por examinar la cuestión de establecer un plan admisible de partida.

Primero supongamos que disponemos de un plan $\pi = (h_1, h_2, \ldots, h_r)$ para el cual las relaciones (5) sean desigualdades estrictas. En este caso, los vectores (7) son linealmente dependientes (su número es superior al de las dimensiones del espacio), es decir, que se tiene la relación

---

6. La inversión de la matriz A es muy fácil si la representación del tipo (2) se compone principalmente de vectores unitarios.

$$fz + \sum_{k=1}^{u} g_{s_k} a^{s}{}_{k} + \sum_{l=1}^{v} g_{r+i_l} e^{i}{}_{l} = 0\,; \tag{14}$$

sin perder la generalidad puede ponerse que $f \geqslant 0$ y que para $f = 0$ existe por lo menos uno de los coeficientes g_s mayor que 0.

De (2) y (14) se deduce la identidad

$$y^0 + (\lambda + \varepsilon f)\, z = \sum_{k=1}^{u} \left(h_{s_k} - \varepsilon g_{s_k}\right) a^{s}{}_{k} + \sum_{l=1}^{v} \left(h_{r+i_l} - \varepsilon g_{r+i_l}\right) e^{i}{}_{l}\,.$$

Sustituyendo en esta identidad ε por su valor, calculado según (12), obtenemos el punto $y^0 + \lambda'_z$ bajo la forma (2), en que

$$\lambda' = \lambda + \varepsilon f \geqslant \lambda\,,$$

y el número de los elementos añadidos $u' + v' < u + v$. (Si todos los coeficientes del tipo g_s son menores o iguales a 0, significa al igual que antes que no existe plan óptimo para el problema planteado.)

Tras un número limitado (inferior a $u + v - N + 1$) de operaciones semejantes obtenemos una fórmula del tipo (2) para la que se satisface la condición (6) y que puede tomarse como punto de partida del proceso descrito (si se obtiene en un estadio determinado una relación (14) en que $g_s \leqslant 0$, no hay plan óptimo).

Puede comprobarse de paso, la propiedad antes utilizada según la cual los vectores (7) que satisfacen la condición (6) forman una base del espacio considerado. En efecto, si estos vectores no son linealmente independientes, se puede obtener, tal como hemos visto, una representación de la forma (2) con un número menor de términos, es decir, de manera que $u + v < N - 1$, lo cual es incompatible con las hipótesis de partida.

No nos detendremos a hablar del procedimiento que se debe seguir para establecer un plan de partida cuando *a priori* no se conoce ninguno realizable. Digamos solamente que en la práctica la construcción de un plan realizable no plantea habitualmente dificultad alguna. Por ejemplo, si se dispone de recursos positivos para los m primeros elementos ($b_i < 0$; $i = 1, \ldots, m$) y si en los procedimientos tecnológicos no se emplean del todo los n últimos bienes ($a^{s}_{m+j} \geqslant 0$; $s = 1, \ldots, r$; $j = 1, \ldots, n$), puede tomarse como plan de partida cualquier plan que utilice uno o varios procedimientos tecnológicos y para el que los n últimos bienes se produzcan en su totalidad en cantidades positivas. Además, es deseable utilizar todo el margen posible de libertad para establecer de entrada un plan realizable de estructura de producción tan compleja como sea posible; así puede reducirse considerablemente el número de sucesivas correcciones necesarias para obtener el plan óptimo.

Ejemplo 3. — En la producción participan 5 bienes. Los procedimientos tecnológicos disponibles están caracterizados por los vectores siguientes:

$$a^1 = (-1;\ -5;\ 2;\ 12;\ 0);\quad a^6 = (-8;\ -2;\ 1;\ 8;\ 1);$$
$$a^2 = (-5;\ -4;\ 1;\ 0;\ 11);\quad a^7 = (-8;\ -7;\ 3;\ 7;\ 7);$$
$$a^3 = (-5;\ -9;\ 3;\ 5;\ 8);\quad a^8 = (-4;\ -6;\ 2;\ 15;\ 8);$$
$$a^4 = (-5;\ -5;\ 2;\ 5;\ 4);\quad a^9 = (-3;\ -7;\ 4;\ 20;\ 0);$$
$$a^5 = (-5;\ -9;\ 4;\ 1;\ 8);$$

Se dispone de recursos iguales a 18 y 24 unidades para los dos primeros bienes; los tres bienes siguientes deben obtenerse en las proporciones 1 : 2 : 3, es decir que,

$$y^0 = (-18;\ -24;\ 0;\ 0;\ 0),\qquad z = (0;\ 0;\ 1;\ 2;\ 3).$$

Como plan inicial tomaremos un programa en el que tan sólo se utilice un procedimiento tecnológico, por ejemplo, (4). Limitamos la aplicación de este procedimiento al primer elemento, y obtenemos, en consecuencia:

$$h_4 = (-18)/(-5) = 3{,}6\,;\qquad \pi_1 = (0;\ 0;\ 0;\ 3{,}6;\ 0;\ 0;\ 0;\ 0\ 0).$$

En este plan,

$$x_1^{\pi_1} = -18\,;\qquad x_2^{\pi_1} = -18\,;\qquad x_3^{\pi_1} = 7{,}2\,;$$
$$x_4^{\pi_1} = 18\,;\qquad x_5^{\pi_1} = 14{,}4\,;\qquad \mu(\pi_1) = 4{,}8$$

y bajo la forma (2), la expresión correspondiente será:

$$y^0 + 4{,}8\,z = 3{,}6\,a^4 + 6\,e^2 + 2{,}4\,e^3 + 8{,}4\,e^4$$

(los coeficientes de esta representación están reproducidos en la primera línea del cuadro I, pp. 285-286).

De acuerdo con los puntos 1) y 2) de la regla 3 formamos la matriz A_1 y calculamos la matriz inversa A_1^{-1} (que en el presente caso es de cálculo inmediato)

$$A_1^{-1} = \begin{Vmatrix} 0 & 0 & 1 & 2 & 3 \\ -5 & -5 & 2 & 5 & 4 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \end{Vmatrix}$$

$$A_1 = \begin{Vmatrix} 0{,}267 & -0{,}200 & 1 & -0{,}133 & -0{,}467 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0{,}333 & 0 & 0 & 0{,}333 & 0{,}667 \end{Vmatrix}.$$

Como ya se ha observado, los elementos de la primera columna de la matriz A_1^{-1} constituyen las soluciones del sistema (8).

Con arreglo al punto 3), calculamos las evaluaciones de los procesos tecnológicos (las evaluaciones c_i de los diversos bienes vienen dadas por la primera columna de la matriz A_1^{-1}):

$$\sum_{i=1}^{5} c_i a_i^1 = -0{,}27\,; \qquad \sum_{i=1}^{5} c_i a_i^2 = 2{,}33\,; \qquad \sum_{i=1}^{5} c_i a_i^3 = 1{,}67\,;$$

$$\sum_{i=1}^{5} c_i a_i^4 = 0\,; \qquad \sum_{i=1}^{5} c_i a_i^5 = 1{,}33\,; \qquad \sum_{i=1}^{5} c_i a_i^6 = -1{,}80\,;$$

$$\sum_{i=1}^{5} c_i a_i^7 = 0{,}20\,; \qquad \sum_{i=1}^{5} c_i a_i^8 = 1{,}60\,; \qquad \sum_{i=1}^{5} c_i a_i^9 = -0{,}80\,,$$

(por ejemplo, hemos obtenido $\sum_{i=1}^{5} c_i a_i^2$ de la siguiente manera:

$$\sum_{i=1}^{5} c_i a_i^2 = 0{,}267 \times (-5) + 0 \times (-4) + 0 \times 1 + 0 \times 0 + 0{,}333 \times 11 = 2{,}33).$$

Notemos que el proceso tecnológico (2) es el que posee la evaluación más elevada.

Según el punto 4) de la regla 3 obtenemos

$$(f, g_4, g_{9+2}, g_{9+3}, g_{9+4}) = a^2 \cdot A_1^{-1} = (2{,}333;\ 1{,}000;\ -1{,}000;\ 3{,}333;\ 9{,}667)\,;$$

$$\varepsilon = \text{mín} \left\{ \frac{3{,}6}{1}\,; \quad \frac{2{,}4}{3{,}333}\,; \quad \frac{8{,}4}{9{,}667} \right\} = 0{,}720\,,$$

así como los coeficientes λ y h_s que vienen dados por la segunda fila del cuadro I (por ejemplo, $\lambda = 4{,}800 + 0{,}720 \times 2{,}333 = 6{,}480$). De esta manera obtenemos una segunda representación bajo la forma (2):

$$y^0 + 6{,}48z = 2{,}88a^4 + 6{,}72e^2 + 0{,}72a^2 + 1{,}44e^4\,,$$

a la que corresponde la matriz

$$A_2 = \begin{Vmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 3 \\ -5 & -5 & 2 & 5 & 4 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ -5 & -4 & 1 & 0 & 11 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \end{Vmatrix}$$

Calculemos la matriz A_2^{-1} de acuerdo con la regla 2. Para ello dividamos los elementos de la cuarta columna de la matriz A_1^{-1} por $\alpha_4 = g_{9+3} = 3{,}333$, y coloquemos la columna así obtenida —que será la cuarta columna de la matriz A_2^{-1}— a lo largo de la matriz A_1^{-1}; después multipliquemos la columna transformada por

$$\alpha_1 = f = 2{,}333\,; \quad \alpha_2 = g_4 = 1{,}000\,; \quad \alpha_3 = g_{9+2} = -1{,}000\,; \quad \alpha_5 = g_{9+4} = 9{,}667$$

(estos coeficientes se ponen en una fila, encima de la matriz A^{-1}) y estos resultados se restan respectivamente de la primera, segunda, tercera y quinta columnas de la matriz A_1^{-1}. De esta manera se obtienen el resto de las columnas correspondientes de la matriz A_2^{-1}. A continuación representamos este cálculo

$$A_1^{-1} = \left\| \begin{matrix} 0{,}267 & -0{,}200 & 1 & -0{,}133 & -0{,}467 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0{,}333 & 0 & 0 & 0{,}333 & 0{,}667 \end{matrix} \right\| \begin{matrix} \text{4.ª columna dividida por 3.333} \\ -0{,}040 \\ 0 \\ -0{,}300 \\ 0 \\ 0{,}100 \end{matrix}$$

$$A_2^{-1} = \left\| \begin{matrix} (2{,}333) & (1{,}000) & (-1{,}000) & & (9{,}667) \\ 0{,}360 & -0{,}160 & 0{,}960 & -0{,}040 & 0{,}080 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0{,}700 & 0{,}300 & 0{,}300 & -0{,}300 & 2{,}900 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0{,}100 & -0{,}100 & 0{,}100 & 0{,}100 & -0{,}300 \end{matrix} \right\| \times$$

Los elementos de la primera columna así obtenida son las soluciones del sistema (8) que colocamos en la segunda fila del cuadro I.

De nuevo volvemos al punto 3) de la regla 3 y obtenemos de manera análoga las aproximaciones tercera, cuarta, quinta y sexta que nos conducirán a la solución buscada (cf. cuadro I).

En la última de estas aproximaciones, las evaluaciones de los procedimientos tecnológicos dan los siguientes valores:

CUADRO

Aproximaciones	Coeficientes en la forma (2)									
	λ	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5	h_6	h_7	h_8	h_9
1	4,800	—	—	—	3,600	—	—	—	—	—
2	6,480	—	0,720	—	2,880	—	—	—	—	—
3	6,781	—	0,753	—	2,679	0,167	—	—	—	—
4	9,977	—	1,937	—	0,051	1,052	—	—	—	0,932
5	9,990	—	1,951	—	—	1,064	—	—	—	0,946
6	10,000	—	2,000	—	—	1,000	—	—	—	1,000

Método de corrección de multiplicadores (evaluaciones) [7]

Este método es el siguiente. En un sistema dado de evaluaciones en que para cada procedimiento tecnológico las sumas de las evaluaciones de la producción no superan la evaluación total de costes, identificamos aquellos procedimientos para los que ambas evaluaciones son iguales (procedimientos rentables). Utilizando únicamente estos procedimientos, construyamos un plan de escala máxima de producción. Este plan determina un sistema de evaluaciones. Si con estas nuevas evaluaciones, la evaluación de la producción de cada procedimiento tecnológico no es superior a la evaluación total de los gastos, es señal de que el plan es óptimo y las evaluaciones obtenidas representan un sistema de evaluaciones o.d. En caso contrario, partiendo de ambos sistemas de evaluación, construyamos un nuevo sistema (en general las evaluaciones más débiles serán las de aquellos bienes que no limitan la producción). Este nuevo sistema de evaluaciones permite obtener un plan de productividad superior, utilizando exclusivamente los procedimientos rentables, etc. Tras un número limitado de correcciones llegamos a obtener el plan óptimo y un sistema de evaluaciones o.d.

En este método, el procedimiento de obtención del plan óptimo reproduce un procedimiento análogo al de la "lucha concurrencial" entre los procedimientos tecnológicos con "oscilaciones de precios" que destacan aquellos procedimientos cuyo empleo es el más racional en el marco de las condiciones dadas. Esta lucha no se efectúa más que en el curso del procedimiento de cálculo y en consecuencia no entraña las grandes pérdidas que de una manera inevitable son consecuencia de una lucha competitiva real en las condiciones de una sociedad capitalista.

---

7. Este método se expone en [1] de la bibliografía (Cf. asimismo [5, 7]). Este método se ha utilizado también fuera de la URSS en el curso de estos últimos años (Cf. los trabajos de DANTZIG, FORD y FULKERSON *en* [10]).

I

(planes)					Evaluaciones de los bienes				
h_{9+1}	h_{9+2}	h_{9+3}	h_{9+4}	h_{9+5}	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5
—	6,000	2,400	8,400	—	0,267	0	0	0	0,333
—	6,720	—	1,440	—	0,360	0	0,700	0	0,100
—	6,084	—	—	—	0,377	0	0,093	0,209	0,163
—	—	—	—	—	0,146	0,525	0,923	— 0,023	0,041
0,089	—	—	—	—	0	0,416	0,777	— 0,010	0,081
—	—	—	1,000	—	0,111	0,333	0,667	0	0,111

Procedamos ahora a una descripción algebraica de este método. En aras a una simplificación, supondremos como antes que, para todo plan realizable, el número de términos bajo la forma (2) satisface la desigualdad (5).

Se parte de un sistema arbitrario de evaluaciones $d_1, d_2, \ldots, d_n$ que responde a las siguientes condiciones:

1.° Estas evaluaciones son no negativas y por lo menos uno de los productos que participan en la proporción exigida tiene una evaluación positiva.

$$d_i \geqslant 0 \,(i = 1, 2, \ldots, N); \qquad \max_{1 \leqslant j \leqslant n} d_{m+j} > 0.$$

2.° Para cada procedimiento tecnológico, la suma de las evaluaciones de los productos no supera a la evaluación total de los factores utilizados en su producción.

$$\sum_{i=1}^{N} d_i a_i^s \leqslant 0 \qquad (s = 1, 2; \ldots, r).$$

3.° Existe un plan realizable π para el cual no se utilizan sino procedimientos rentables, es decir, procedimientos (s) de manera que

$$\sum_{i=1}^{N} d_i a_i^s = 0.$$

Calculemos las evaluaciones de la producción para cada procedimiento tecnológico.

$$D_s = \sum_{i=1}^{N} d_i a_i^s \qquad (s = 1, 2, \ldots, r) \tag{15}$$

y tomemos nota del conjunto S de procedimientos rentables $(D_s = 0)$.

Después, construyamos un plan π de escala máxima de producción posible y en el que no se utilizan más que los procedimientos $s \in S$. Para ello podemos recurrir al método de las rectificaciones sucesivas expuesto anteriormente y cuya aplicación a este caso es especialmente fácil ya que el conjunto S contiene un número de elementos mucho más reducido que el conjunto compuesto de todos los procedimientos tecnológicos. De esta manera llegamos a un plan realizable $\pi = (h_1, h_2, \ldots, h_r)$ que admite una representación bajo la forma (2), para el que

$$s_k \in S \,(k = 1, \ldots, u)$$

(solamente se utilizan los procedimientos rentables), y a un nuevo sistema de evaluaciones $c_1, c_2, \ldots, c_N$ que satisfacen las siguientes condiciones:

$$a) \qquad c_i \geqslant 0 \quad (i = 1, 2, \ldots, N); \qquad \sum_{j=1}^{n} c_{m+j} k_j = 1;$$

$$b) \qquad \sum_{i=1}^{N} c_i a_i^s \leqslant 0 \quad (s \in S);$$

$$c) \qquad \sum_{i=1}^{N} c_i a_i^s{}_k = 0 \quad (k = 1, 2, \ldots, u);$$

$$d) \qquad c_{i_l} = 0 \quad (l = 1, 2, \ldots, v).$$

Si, para los demás procedimientos ($s \notin S$), la evaluación total de la producción y de los gastos tampoco es positiva, es decir, si

$$C_s = \sum_{i=1}^{N} c_i a_i^s \leqslant 0, \tag{16}$$

el plan π es un plan óptimo y el conjunto $c_1, c_2, \ldots, c_N$ representa un sistema de evaluaciones o.d. (en el problema planteado también se admite el empleo de procedimientos tecnológicos $s \notin S$).

Si no se satisface la condición (16), las evaluaciones obtenidas no constituyen un sistema de evaluaciones o.d. y el plan π no es un plan óptimo. En tal caso construyamos un nuevo sistema $d'_1, d'_2, \ldots, d'_N$ de evaluaciones de manera que el conjunto S' de procedimientos rentables contenga por lo menos uno de los procedimientos para el que no se cumpla (16). Establezcamos

$$d'_i = d_i + \varepsilon (c_i - d_i) \quad (i = 1, 2, \ldots, N) \tag{17}$$

donde

$$\varepsilon = \min_{c_s > 0} \frac{D_s}{D_s - C_s}. \tag{18}$$

Repitamos la operación descrita a partir de las evaluaciones (17). Obtenemos de esta manera un plan π' de productividad total superior: $\mu(\pi') > \mu(\pi)$. El proceso no puede prolongarse indefinidamente y por tanto, tras un número limitado de correcciones llegamos a la obtención de un plan y de un sistema de evaluaciones o.d.

Observemos que en cada paso del proceso descrito (a partir del segundo) para la resolución de pequeños problemas (con un número limitado de procedi-

mientos tecnológicos) por el método de rectificaciones sucesivas del plan, es ventajoso tomar como plan de partida el plan obtenido en el curso del paso precedente (en cada paso no se efectúa más que una sola rectificación). Entonces se tiene la posibilidad de utilizar el procedimiento descrito anteriormente para el cálculo de la matriz inversa.

El método examinado puede ser formulado en forma de regla.

Regla 4. — A partir de las evaluaciones arbitrarias $d_1, d_2, \ldots, d_N$ que satisfacen las condiciones 1.°, 2.° y 3.°:

1. Se calcula con arreglo a la fórmula (15) el sistema de evaluaciones de producción y de costes para cada procedimiento tecnológico y se aísla el conjunto S compuesto por los procedimientos rentables.

$$S = \{s \mid D_s = 0\}.$$

2. Con el método de las rectificaciones sucesivas del plan, se resuelve el problema auxiliar en el que el conjunto de procedimientos está formado por S. Para este problema más sencillo, se obtiene el plan óptimo

$$\pi = (h_1, h_2, \ldots, h_s) \quad (h_s = 0 \text{ para } s \in S),$$

y las matrices A y A^{-1} correspondientes a la formulación (2). Las evaluaciones $c_1, c_2, \ldots, c_N$ que constituyen el sistema de evaluaciones o.d. de este problema particular figuran en la primera columna de la matriz A^{-1}.

3. De acuerdo con la fórmula (16) se calculan las evaluaciones C_s correspondientes a los restantes procedimientos tecnológicos $s \notin S$. Si ninguna de estas evaluaciones es positiva, el plan π es óptimo y las evaluaciones $c_1, c_2, \ldots, c_N$ representan la solución del problema planteado. De esta manera termina el proceso; en caso contrario es preciso pasar al siguiente punto.

CUADRO II

Aproximaciones	Evaluaciones de los elementos					Coeficientes en				
	$d_1 ; c_1$	$d_2 ; c_2$	$d_3 ; c_3$	$d_4 ; c_4$	$d_5 ; c_5$	λ	h_1	h_2	h_3	h_4
1	5,0000 0	5,0000 0,3333	2,0000 1,0000	2,0000 0	2,0000 0	8,000	—	—	—	—
2	2,2727 0	2,4546 0,3721	1,4546 0,6512	0,9091 0	0,9091 0,1163	8,930	—	—	—	—
3	0,0987 0,2836	0,4626 0,1940	0,6861 0,5522	0,0395 0	0,1507 0,1492	9,761	—	1,881	—	—
4	0,2349 0,1111	0,2648 0,3333	0,5875 0,6667	0,0104 0	0,1496 0,1111	10,000	—	2,000	—	—

4. Se calculan las nuevas evaluaciones $d'_1, d'_2, \ldots, d'_N$ con arreglo a las fórmulas (17) y (18) y se vuelve al punto 1.

Observación. — A partir del segundo paso, se toma como plan de partida en el punto 2, el obtenido en el curso del paso anterior.

No nos vamos a extender en los métodos para determinar las evaluaciones $d_1, d_2, \ldots, d_N$ que satisfacen las condiciones 1, 2 y 3. Indiquemos simplemente que estas evaluaciones se obtienen fácilmente en la práctica. Por ejemplo, en los problemas *A*, *B* y *C* (cf. apéndice I), las evaluaciones de la producción pueden ser arbitrarias y las evaluaciones de los factores de la producción se determinan de manera que satisfagan la condición 2.

Ilustremos este método sobre la base del ejemplo numérico 3.

En principio tomemos las evaluaciones

$$d_1 = 5;\ d_2 = 5;\ d_3 = 2;\ d_4 = 2;\ d_5 = 2.$$

(Estas evaluaciones se obtienen de la siguiente manera: supongamos $d_1 = d_2 = x$, $d_3 = d_4 = d_5 = y$ y busquemos la relación x/y máxima para la que las evaluaciones de la producción y de los costes para todos los procedimientos tecnológicos sea $D_s \leqslant 0$.)

De acuerdo con el punto 1 de la regla 4 y según la fórmula (15) obtenemos:

$$D_1 = -2;\ D_2 = -21;\ D_3 = -36;\ D_4 = -28;\ D_5 = -44;\ D_6 = -30;$$

$$D_7 = -41;\ D_8 = 0;\ D_9 = -2;\ S = \{8\}.$$

Cuando se emplea únicamente el procedimiento tecnológico (8), la producción máxima se obtiene mediante la utilización máxima de este procedimiento. Sin embargo estamos limitados por los recursos; pongamos pues

$$\pi_1 = (0;\ 0;\ 0;\ 0;\ 0;\ 0;\ 0;\ 4;\ 0).$$

Los coeficientes λ y h_s bajo la representación (2) al igual que las evaluaciones c_i relativas a este plan vienen dadas por la primera fila del cuadro II.

II

la forma (2) (planes)									
h_5	h_6	h_7	h_8	h_9	h_{9+1}	h_{9+2}	h_{9+3}	h_{9+4}	h_{9+5}
—	—	—	4,000	—	2,000	—	—	44,000	8,000
—	—	—	3,349	0,558	2,930	—	—	43,535	—
—	—	—	1,075	1,433	—	—	—	25,253	—
1,000	—	—	—	1,000	—	—	—	1,000	—

Seguidamente obtenemos según (16)

$$C_1 = 0{,}333;\ C_2 = -0{,}333;\ C_3 = 0;\ C_4 = 0{,}333;\ C_5 = 1{,}000;$$
$$C_6 = 0{,}333;\ C_7 = 0{,}667;\ C_8 = 0;\ C_9 = 1{,}667.$$

Como que algunos de estos valores son positivos hemos de pasar al punto 4. Las fórmulas (17) y (18) dan

$$\varepsilon = \text{mín}\left\{\frac{-2}{-2-0{,}333}; \frac{-28}{-28-0{,}333}; \frac{-44}{-44-1}; \frac{-30}{-30-0{,}333}; \frac{-41}{-41-0{,}667}; \frac{-2}{-2-1{,}667}\right\} = 0{,}5454$$

$$d_1 = 2{,}273;\ d_2 = 2{,}455;\ d_3 = 1{,}455;\ d_4 = 0{,}909;\ d_5 = 0{,}909$$

(por ejemplo $d_1 = 5 + 0{,}5454 \times (0 - 5) = 2{,}273$).

Obtenemos de forma análoga las sucesivas evaluaciones; las últimas son

$$C_1 = -0{,}444;\ C_2 = 0;\ C_3 = -0{,}555;\ C_4 = -0{,}777;\ C_5 = 0;$$
$$C_6 = -0{,}777;\ C_7 = -0{,}444;\ C_8 = -0{,}222;\ C_9 = 0.$$

Por tanto el plan $\pi = (0; 2; 0; 0; 1; 0; 0; 0; 1)$ es óptimo y las evaluaciones correspondientes son: $c_1 = 0{,}111;\ c_2 = 0{,}333;\ c_3 = 0{,}667;\ c_4 = 0;\ c_5 = 0{,}111$.

El método del doble límite de las evaluaciones o. d.[8]

Generalmente no se conocen las evaluaciones o. d. de partida, pero pueden obtenerse ciertas desigualdades para sus valores admisibles mediante el examen de varios procedimientos tecnológicos y de planes muy sencillos. La consecución de límites suficientemente precisos de las evaluaciones o. d. puede ser obra de sucesivas mejoras introducidas en los límites toscos tomados inicialmente. Dado un plan sabemos, por ejemplo, que la suma de las evaluaciones del producto no debe ser superior a la evaluación total de los bienes gastados, lo cual nos proporciona algunas desigualdades relativas a las evaluaciones o. d. Por ejemplo, tomando un límite inferior para las evaluaciones o. d. de todos los bienes producidos menos uno, y un límite superior para los bienes gastados, se obtiene un límite superior más preciso para el bien que se ha exceptuado. Ordinariamente es conveniente hallar límites de las evaluaciones o. d. de conjuntos proporcionales completos.

La precisión es mayor a medida que nos acercamos al plan óptimo.

En general (en el caso de un sistema único de evaluaciones o. d.) de esta manera se consigue una estimación suficientemente precisa de las evaluaciones o. d. Para ello basta utilizar los planes en que los productos correspondientes o los factores se encuentren en superproducción o desempleo con relación a las necesidades requeridas.

El método de doble límite puede ser utilizado para la resolución completa de los problemas de la planificación óptima. En particular, este método puede presentar ventajas para resolver los problemas relativos a la distribución de programas, manipulación de materias primas complejas y transportes.

Este método puede combinarse con otros. Por ejemplo, se puede proseguir con él hasta llegar a una aproximación suficiente de los límites superiores e

8. En referencia [5] de la bibliografía se expone este método para el caso del tratamiento de una materia prima compleja.

inferiores, para pasar después al método de corrección de multiplicadores partiendo de los valores medios que se deducen de ambos límites obtenidos para cada una de las evaluaciones o. d.

De esta manera, se precisan mejor tanto el nivel de utilización de los procedimientos tecnológicos como la cuota de proporción establecida, reduciéndose considerablemente el número de pasos necesarios para obtener el plan óptimo.

Finalmente, el método del doble límite permite obtener el de las evaluaciones o. d. incluso cuando no conocemos algunos datos iniciales más que con un cierto grado de incertidumbre.

Solución aproximada a los problemas de planificación óptima

Con el empleo de valores —aunque sólo sean aproximados— de las evaluaciones o. d., habitualmente es posible obtener de entrada un plan totalmente satisfactorio. En muchos casos este plan se halla lo suficientemente cerca del plan óptimo para que carezca de interés práctico cualquier mejora ulterior. En todo caso, si partimos de este plan puede reducirse considerablemente el número de cálculos necesarios del método de rectificaciones sucesivas.

Sobre la base de un ejemplo concreto de resolución de un problema del tipo *A*, vamos a ilustrar los pasos a seguir para la construcción de un plan aproximado.

Ejemplo 4.[9] — Disponemos de ocho máquinas para tratar cinco tipos de materias en una proporción dada (cf. cuadro III). El cuadro IV nos da la producción de las máquinas según las distintas clases de trabajo.

Como valores aproximados de las evaluaciones o. d. de manipulación de las diversas materias, pueden tomarse los valores inversamente proporcionales a la suma de producción de las máquinas

$$c_1 = 30{,}30;\ c_2 = 17{,}45;\ c_3 = 13{,}76;\ c_4 = 9{,}09;\ c_5 = 7{,}4;$$

por ejemplo

$$c = \frac{1.000}{4{,}0 + 4{,}5 + 5{,}0 + 4{,}0 + 3{,}5 + 3{,}0 + 4{,}0 + 5{,}0} = \frac{1.000}{33} = 30{,}30.$$

Las evaluaciones correspondientes a la producción de las máquinas vienen dadas por el cuadro V (las columnas de este cuadro se obtienen multiplicando las columnas del cuadro IV por la correspondiente de cada materia; en cada fila del cuadro se han señalado la evaluación máxima y la más cercana a ella).

De utilizar cada máquina en aquel tipo de trabajo cuya evaluación de su producción es máxima, obtendríamos una producción igual a

$$122 + 136 + 152 + 126 + 119 + 123 + 127 + 152 = 1.057$$

unidades relativas de producto. Una proporción tiene una evaluación igual a

---

9. En la referencia [1] de la bibliografía se da la resolución de este ejemplo con la ayuda del método de corrección de multiplicadores.

CUADRO III. — Proporción exigida

Tipos de materia	I	II	III	IV	V
Porcentaje de la producción total	10	12	28	36	14

CUADRO IV. — Producción de las máquinas

N.º de la máquina	Tipos de materia				
	I	II	III	IV	V
1	4,0	7,0	8,5	13,0	16,5
2	4,5	7,8	9,7	13,7	17,5
3	5,0	8,0	10,0	14,8	18,0
4	4,0	7,0	9,0	13,5	17,0
5	3,5	6,5	8,5	12,7	16,0
6	3,0	6,0	8,0	13,5	15,0
7	4,0	7,0	9,0	14,0	17,0
8	5,0	8,0	10,0	14,7	18,0

CUADRO V. — Productividad de las máquinas (en unidades relativas)

N.º de la máquina	Tipos de materia				
	I	II	III	IV	V
1	121	**122**	117	118	**122**
2	**136**	**136**	133	125	130
3	**152**	**140**	138	135	133
4	121	122	**124**	123	**126**
5	106	113	**117**	115	**119**
6	91	105	110	**123**	**111**
7	121	122	124	**127**	**126**
8	**152**	**140**	138	135	133

$$30{,}3 \times 0{,}1 + 17{,}45 \times 0{,}12 + 13{,}76 \times 0{,}28 + 9{,}09 \times 0{,}36 + 7{,}41 \times \times 0{,}14 = 13{,}29$$

unidades relativas de producto. Por tanto, el número de conjuntos proporcionales en el plan no puede superar a $1.057/13{,}29 = 79{,}5$.

Si se utilizan las máquinas hasta el límite de lo posible en aquellas operaciones que alcanzan una mayor productividad, obtendremos la asignación del cuadro VI (por ejemplo, para el tipo I $79{,}5 \times 0{,}1 = 7{,}95$).

CUADRO VI

Tipos de materia	I	II	III	IV	V
Cantidades	7,95	9,54	22,26	28,62	11,13

Según el cuadro V, la materia I debería tratarse en las máquinas números 2, 3 y 8. Pero de hacerlo así superaríamos la proporción dada ($4,5 + 5 + 5 > > 7,95$). Por tanto, algunas de estas máquinas deberán utilizarse en otro tipo de trabajos. Lo racional es utilizar las máquinas números 3 y 8, ya que la máquina número 2 puede también ser utilizada con eficacia en la manipulación de las materias del tipo II. Haremos funcionar plenamente la máquina número 3, lo que nos proporcionará 5,0 unidades de la materia I. A fin de obtener la materia I en cantidad suficiente, todavía habrá que utilizar 0,59 del tiempo de trabajo de la máquina 8. El resto del tiempo —0,41— se destinará a la materia II ya que en esta materia la evaluación de la producción de dicha máquina está muy cerca del máximo. De esta manera obtenemos $8 \times 0,41 = 3,28$ unidades de la materia II. El resto de ella —es decir, $9,54 - 3,28 = 6,26$ unidades— se tratará en la máquina número 2, lo cual requerirá dedicarle 0,8 de su tiempo de trabajo. El resto se destinará a la materia III. Prosiguiendo este proceso conseguiremos el plan 1 (cuadro VII).

En este plan, la materia IV se trata en cantidad insuficiente (quedan 1,8 unidades). La evaluación de la materia subempleada equivale a $9,09 \times 1,8 = 16,36$ unidades, lo cual corresponde a $16,36/13,29 = 1,23$ conjuntos proporcionales. A partir de un número de conjuntos obtenidos $79,5 - 1,23 = 78,27$, determinamos de una manera análoga el plan 2 (cf. cuadro VIII), que permite la realización del número de conjuntos proporcionales deseado.

CUADRO VII. — Plan 1
(parte del tiempo de trabajo afectada a las diversas clases de trabajo)

N.º de la máquina	Tipos de materia				
	I	II	III	IV	V
1	—	—	0,27	0,05	0,68
2	—	0,80	0,20	—	—
3	1	—	—	—	—
4	—	—	1	—	—
5	—	—	—	1	—
6	—	—	—	1	—
7	—	—	1	—	—
8	0,59	0,41	—	—	—

Si recordamos que el volumen de producción no puede superar los 79,5 conjuntos proporcionales, vemos que la primera aproximación da una precisión

CUADRO VIII. — Plan 2

N.º de la máquina	Tipos de materia				
	I	II	III	IV	V
1	—	—	0,19	0,15	0,66
2	—	0,76	0,24	—	—
3	1	—	—	—	—
4	—	—	1	—	—
5	—	—	—	1	—
6	—	—	—	1	—
7	—	—	1	—	—
8	0,57	0,43	—	—	—

de $(1{,}23 : 78{,}4) \times 100 = 1{,}6\,\%$. Si proseguimos hacia la consecución del plan óptimo (por ejemplo hasta el plan 2) vemos que en realidad permite alcanzar la producción óptima con sólo un margen de error del 0,7 %.

Utilización de modelos físicos

Hemos visto que los criterios de optimación del plan nos proporcionan procedimientos eficaces de cálculo numérico con vistas a la resolución de los problemas de planificación óptima. En numerosos casos, estos criterios permiten la construcción de modelos para la solución automática de los problemas. Un ejemplo característico lo constituyen los modelos de transporte (problema *F*).

Por su claridad vamos a describir ahora un modelo hidráulico, aunque en determinadas cuestiones puede ser preferible construir modelos eléctricos basados sobre idénticos principios. [Véase (4) en la bibliografía relativa a estos apéndices.]

Tenemos m recipientes. Cada recipiente (i) recibe $-b_i$ unidades de líquido por segundo (el líquido fluye de los recipientes en que $b_i > 0$, a una velocidad igual a b_i unidades por segundo). Los recipientes i_s y j_s $(s = 1, \ldots, r)$, se hallan unidos entre sí de manera que se comunican cuando la diferencia de sus niveles es

$$H_{i_s} - H_{j_s} \geqslant a_s .$$

Es evidente que en este caso la cantidad de líquido que fluye por segundo del recipiente (i_s) al recipiente (j_s) equivale al tráfico de la sección (s) de la red en el plan óptimo. Puede tomarse como potencial

$$c_i = H - H_i \ (i = 1, \ldots, m),$$

siendo H_i el nivel del líquido en el recipiente (i) y H un número real arbitrario.

El funcionamiento práctico del esquema descrito se obtiene cuando los recipientes se comunican de la siguiente manera: Los recipientes correspondientes a los puntos de producción $(b_i < 0)$ están alimentados por un depósito general

(en el que el líquido se mantiene a un nivel constante) mediante tuberías que llevan acoplado un sistema de grifos graduados (figura 13 *a*). El líquido llega a los recipientes indicadores de puntos de consumo ($b_i > 0$) mediante tuberías, igualmente provistas de grifos graduados; para mantener una presión constante se sitúan en la extremidad de estas tuberías unos flotadores (figura 13 *b*). La conexión entre los recipientes está representada en la figura 13 *c*; la extremidad del sifón permanece a un nivel determinado mediante un flotador que impide que la diferencia de niveles supere a a_s.

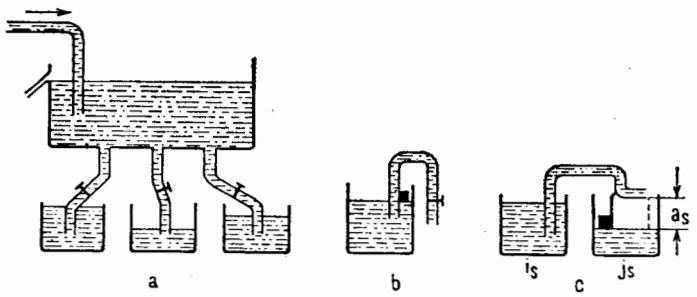

FIG. 13.

Ejemplo de análisis simultáneo de distribución de la producción y de los transportes

Supongamos que en el problema F de transportes que examinamos anteriormente, el volumen de producción en los lugares de producción (que son los m_1 primeros puntos; siendo $m_1 < m$) puede variar entre determinados límites

$$0 \leqslant -b_i \leqslant l_i \quad (i = 1, \ldots, m_1),$$

y que la capacidad total de producción es superior a la demanda de cada producto.[10]

$$\sum_{i=m_1+1}^{m} b_i < \sum_{i=1}^{m_1} l_i.$$

Se conoce el precio de coste de la unidad de producción d_i $(i = 1, \ldots, m_1)$ en cada uno de los puntos de producción (supondremos que el precio de coste d_i y los gastos a_{ij} de transporte del producto vienen expresados en la misma unidad, por ejemplo en rublos). Se trata de planificar los volúmenes de producción $-b_i$ $(i = 1, \ldots, m_1)$ y de establecer un programa de transportes de manera que el precio de coste total (gastos de producción y de transporte) sea mínimo.

---

10. Una tal situación puede ocurrir en la extracción de determinadas materias primas y en la producción de materiales para la construcción.

El plan óptimo se caracteriza aquí por la existencia de un sistema de potenciales $c_1, c_2, c_3, \ldots, c_m$ que satisfacen las condiciones *a*) y *b*) del teorema 5, y además la *c*) por la que en los puntos de producción satisfacen las siguientes relaciones.

$$\begin{array}{lll} c_i = d_i & \text{si} & 0 < -b_i < l_i \\ c_i \leqslant d_i & \text{si} & b_i = 0 \\ c_i \geqslant d_i & \text{si} & -b_i = l_i . \end{array}$$

Ilustraremos este problema con un ejemplo numérico concreto.

Ejemplo 5. — En las condiciones del ejemplo 2, el volumen de producción puede variar dentro de ciertos límites. En diversos lugares de producción, el precio de coste y el volumen máximo de producción vienen caracterizados por los siguientes datos:

$$d_1 = 500; \quad d_2 = 450; \quad d_3 = 550; \quad l_1 = 120, \quad l_2 = 75; \quad l_3 = 80.$$

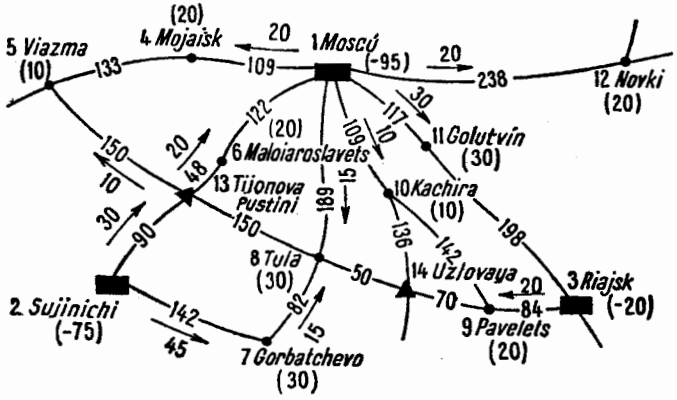

FIG. 14.

El programa representado por la figura 11 es realizable, pero no es óptimo de acuerdo con las nuevas condiciones. En efecto, los potenciales correspondientes a este plan no responden a la condición *c*):

$$c_2 = 484 > 450 = d_2 .$$

Esto significa que los gastos totales pueden reducirse mediante la modificación de los volúmenes de producción $-b_i\,(i = 1, 2, 3)$.

La figura 14 representa otro programa realizable en el que los gastos totales (de producción y de transporte) son inferiores en 1.895 unidades a los del programa precedente.

A este programa corresponden los siguientes potenciales:

$c_1 = 500$; $c_2 = 459$; $c_3 = 550$; $c_4 = 609$; $c_5 = 699$; $c_6 = 597$; $c_7 = 601$; $c_8 = 683$; $c_9 = 634$; $c_{10} = 609$; $c_{11} = 617$; $c_{12} = 738$; $c_{13} = 549$; $c_{14} = 633$,

que como es fácil de comprobar satisfacen las condiciones *a*) y *b*) del teorema 5

al igual que la condición *c*). Por tanto, el programa examinado es óptimo. Observemos que este programa puede obtenerse mediante el procedimiento de rectificaciones sucesivas a partir del programa representado por la figura 11. Para ello bastan tres rectificaciones que difieren en poca cosa de las del ejemplo 2.

Primera rectificación. — Se reduce en 10 vagones el tráfico en la sección Moscú-Maloiaroslavets y se aumenta en 10 vagones en la sección Sujinichi-Tijonova-Pustini-Maloiaroslavets. El volumen de producción se reduce en 10 en Moscú y se aumenta en 10 en Sujinichi.

Segunda rectificación. — Se reduce en 15 vagones el tráfico en las secciones Riajsk-Pavelets-Uzlovaya-Tula y se aumenta en 15 en las secciones Sujinichi-Gorbatchevo-Tula; el volumen de producción se disminuye en 15 en Riajsk y se aumenta en 15 en Sujinichi.

Tercera rectificación. — Se reduce en 5 vagones el tráfico sobre las secciones Riajsk-Pavelets-Uzlovaya-Tula y se aumenta en 5 en la sección Moscú-Tula. El volumen de producción disminuye en 5 en Riajsk y aumenta en 5 en Moscú.

Ejemplo de cálculo de un problema dinámico

Examinemos a continuación un problema muy simple de elaboración de un plan a largo plazo.

Ejemplo 6. — Para la producción de un bien se necesita equipo (máquinas) y mano de obra; disponemos de un cierto número de procedimientos tecnológicos de diferentes grados técnicos que exigen diferentes efectivos de mano de obra (incluso se puede suponer que no se trata más que de un equipo que permite ser explotado de una manera más o menos intensiva). Los productos obtenidos sirven en parte para la adquisición de nuevas máquinas y se consumen el resto. Se conocen los recursos anuales de mano de obra, el número de máquinas disponibles a principios del primer año y la parte de producción que anualmente se destina al consumo. Se trata de establecer un plan de producción de manera que al fin del período considerado, la capacidad de producción se haya elevado al máximo.

Para ello nos situamos en el marco de las siguientes hipótesis:

1. Se considera un período de cuatro años.
2. Se dispone de 30 máquinas en el curso del primer período.
3. El cuadro IX nos proporciona los recursos de mano de obra y el importe del consumo.
4. El cuadro X indica los diversos procedimientos tecnológicos.
5. Las máquinas pueden ser adquiridas en las cantidades necesarias al precio de 20 unidades de producto por máquina. La adquisición y empleo de las máquinas pueden describirse como un procedimiento de producción. Dichos procedimientos vienen dados por el cuadro XI.

CUADRO IX. — *Recursos de trabajo y volumen de demanda*

Año	Recursos de trabajo (en horas)	Consumo (en unidades de producto)
I	100.000	1 500
II	100.000	1 600
III	100.000	1 700
IV	100.000	1 800

Para establecer un plan óptimo a largo plazo hay que elegir aquellos procedimientos con los que puede obtenerse un mínimo de costes por unidad de producción en relación con una cantidad dada de recursos técnicos y del volumen de mano de obra. Para ello basta reducir este problema dinámico así planteado al problema fundamental de la planificación de la producción (cf. análisis del problema fundamental en el apéndice I, págs. 253-254) y aplicarle uno de los procedimientos de resolución que hemos descrito.

El cuadro XII nos indica el plan óptimo relativo a las condiciones concretas dadas. Según este plan, el parque de máquinas se elevará a 271 a fines del cuarto año.

No vamos a detenernos en el cálculo de este plan; nos limitaremos a verificar su carácter de plan óptimo. Para ello, estableceremos las evaluaciones o.d. de la unidad de trabajo, de la unidad de producto, y las evaluaciones locativas de las máquinas para cada uno de los cuatro años; las designaremos respectivamente por T_1, T_2, T_3, T_4, P_1, P_2, P_3, P_4, M_1, M_2, M_3, M_4 (dichas evaluaciones se consideran referidas a un mismo período; cf. pág. 254). Sea $T_4 = A$ la evaluación de la unidad de trabajo en el curso del cuarto año. Como que la evaluación de la producción es igual a la suma de los gastos y esta suma es única para todos los procedimientos utilizados, obtenemos:

$$25.000\ T_4 + 70\ M_4 = 1.000\ P_4,$$
$$30.000\ T_4 + 50\ M_4 = 1.000\ P_4,$$
$$T_4 = A, \quad M_4 = 250{,}0\ A, \quad P_4 = 42{,}5\ A.$$

CUADRO X. — *Procedimientos corrientes de producción (anuales)*

Procedimientos	Costes y producción		
	Horas de trabajo	Capacidad de producción (en unidades)	Producción (en unidades)
1	— 50 000	0	1 000
2	— 40 000	— 20	1 000
3	— 30 000	— 50	1 000
4	— 25 000	— 70	1 000

CUADRO XI. — *Procedimientos de producción a largo plazo*

Procedimientos			Costes y producción							
			Producción anual				Capacidad de producción anual			Máquinas al fin del período
			I	II	III	IV	II	III	IV	
5. Máquinas adquiridas en el año		I	—20	—	—	—	1	1	1	1
6.	—	II	—	—20	—	—	—	1	1	1
7.	—	III	—	—	—20	—	—	—	1	1
8.	—	IV	—	—	—	—20	—	—	—	1

Para pasar del cuarto al tercer año, hemos de tener en cuenta el hecho de que las máquinas adquiridas en el curso del año precedente deben tener la evaluación máxima (la evaluación de las máquinas en el curso de un año es igual a 20 *P*). En efecto, para obtener la evaluación de las máquinas en el curso de un año hay que añadir a la evaluación de la máquina en el curso del año siguiente, la evaluación locativa. Por tanto, en el tercer año la evaluación de las máquinas es igual a

$$20\ P_4 + M_4 = 20 \times 42{,}5 \times A + 250\ A = 1.100\ A$$

y la evaluación de la producción es:

$$P_3 = 1.100\ A : 20 = 55\ A.$$

Repitiendo este razonamiento obtendremos las restantes evaluaciones correspondientes al tercer año y después sucesivamente al segundo y primero. Eligiendo el factor de proporcionalidad *A* de manera que la evaluación de la unidad de producto sea igual a la unidad en el primer año obtenemos el siguiente cuadro de evaluaciones (cuadro XIII):

CUADRO XII. — *Plan óptimo a largo plazo*

Año	Producción con la ayuda del procedimiento				Gastos en		Producción bruta	Adquisición de máquinas (uso de procedimientos 5 a 8)
	1	2	3	4	Trabajo	Capacidad de producción		
I	800	1 500	—	—	100.000	30	2 300	40
II	—	2 071	571	—	100.000	70	2 642	52
III	—	957	2 057	—	100.000	122	3 014	66
IV	—	—	2 718	744	100.000	188	3 462	83

CUADRO XIII. — *Evaluaciones objetivamente determinadas (reducidas al primer año)*

Año	Evaluación de la producción (*P*)	Evaluación del trabajo (*T*)	Evaluación locativa (*M*)	*T/P*	Eficacia % (en términos de unidad de producto)
I	1,0000	0,02000	10,000	0,02000	36
II	0,7368	0,01579	5,263	0,02143	36
III	0,5429	0,01163	3,878	0,02144	32
IV	0,4100	0,00988	2,470	0,02353	—

Se comprueba con facilidad (cf. cuadro XIV) que en todos los procedimientos tecnológicos por un año la evaluación de la producción no es superior a la evaluación de los gastos y que dichas evaluaciones son iguales para los procedimientos empleados en el plan. Esta comprobación puede realizarse mediante los procedimientos indicados en el cuadro XI. Entonces se ve con claridad que las evaluaciones obtenidas constituyen un sistema de evaluaciones o.d. y que el plan considerado es óptimo.

La última columna del cuadro XIII nos muestra la norma de eficacia obtenida para cada año (salvo para el último) cuando el producto se toma como unidad (por ejemplo para el primer año, se obtiene 1.000/0,7368 — 1 = 0,36, o sea, 36 %). Observemos que esta norma tendría otro valor si la midiéramos en otras unidades. Si por ejemplo tomamos como unidad el trabajo, la norma de eficacia sería igual a 0,02000/0,01579 — 1 = 0,27, es decir, 27 %.

Observemos la sistemática disminución de todas las evaluaciones y el aumento relativo de las evaluaciones del trabajo en relación con las evaluaciones del producto; esta tendencia reviste un carácter general.

La existencia de procedimientos tecnológicos de una duración superior a un período constituye uno de los caracteres particulares de los problemas dinámicos.

CUADRO XIV. — *Producción y costos correspondientes a procedimientos tecnológicos de un año (en unidades relativas)*

Año	Costes de los procedimientos				Evaluación del producto
	1	2	3	4	
I	1 000	1 000	1 100	1 200	1 000
II	790	737	737	763	737
III	582	543	543	562	543
IV	494	445	420	420	420

CUADRO XV. — *Plan óptimo con la utilización de un procedimiento técnico de dos años*

Año	Producción con la ayuda del procedimiento número					Gastos en		Producción bruta	Adquisición de máquinas (utilización de los proced. 5-8)
	1	2	3	4	9	Trabajo	Capacidad de producción		
I . . .	800	1 500	—	—	—	100.000	30	2 300	40
II . . .	—	2 071	571	—	—	100.000	70	2 642	52
III . . .	—	951	1 836	—	—	100.000	122	2 723	55
IV . . .	—	—	3 264	—	442	100.000	177	3 706	95

La existencia de un sistema de evaluaciones dinámicas (cuadro XIII) permite la evaluación de la eficacia de los procedimientos que no se han utilizado en el plan inicial.

En efecto, supongamos que en el ejemplo precedente existe todavía un procedimiento (el noveno) que entraña los siguientes gastos para producir 1.000 unidades en el curso del segundo año:

en el curso del primer año, 15.000 horas de trabajo y 25 máquinas,
en el curso del segundo año 5.000 horas de trabajo y 31 máquinas.

Comprobemos la racionalidad de este procedimiento a partir de las evaluaciones obtenidas. El procedimiento no es racional en el primero y en el segundo año, ya que

$$15.000\ T_1 + 5.000\ T_2 + 25\ M_1 + 31\ M_2 = 792{,}1 > 1.000\ P_2 = 736{,}8;$$

tampoco es racional su utilización en el curso del segundo y tercer años, ya que

$$15.000\ T_2 + 5.000\ T_3 + 25\ M_2 + 31\ M_3 = 546{,}8 > 1.000\ P_3 = 542{,}9;$$

pero es racional en el curso del tercero y cuarto años puesto que

$$15.000\ T_3 + 5.000\ T_4 + 25\ M_3 + 31\ M_4 = 397{,}4 < 1.000\ P_4 = 420{,}0.$$

CUADRO XVI. — *Nuevas evaluaciones o.d.*

Año	Evaluación del producto (P)	Evaluación del trabajo (T)	Evaluación locativa (M)
I	1,0000	0,02000	10,000
II	0,7368	0,01578	5,263
III	0,5429	0,01165	3,883
IV	0,4024	0,00872	2,816

El empleo del procedimiento 9 en el curso del tercer y cuarto años permite obtener un nuevo plan (cf. cuadro XV) en el que el equipo se compondrá de 272 máquinas a fines de período. Fácilmente se comprueba que este plan es óptimo con la ayuda de las nuevas evaluaciones o.d. proporcionadas por el cuadro XVI.

Utilización de computadores electrónicos

En ciertos casos, y merced a los procedimientos de cálculo que hemos expuesto, es posible obtener los elementos de un plan óptimo sin recurrir a la ayuda de métodos auxiliares de cálculo o, por lo menos, bastando la utilización de procedimientos simples: regla de cálculo y máquinas de cálculo de oficina de tipo tradicional. No obstante, esta obtención exige procedimientos más modernos, como los computadores electrónicos de programas, cuando nos enfrentamos con varias decenas y, con más motivo, centenas o millares de productos diferentes. Entonces se pueden usar los procedimientos de cálculo descritos en ambos apéndices sin necesidad de introducir modificaciones sustanciales. El establecimiento de programas sigue las reglas habituales y no presenta ulteriores dificultades. La experiencia adquirida en computadores electrónicos "Strela" demuestra que en el supuesto de algunas decenas de productos diferentes, el cálculo puede resolverse en el curso de algunos minutos.

Hay que subrayar la importancia que presenta la utilización de computadores electrónicos y el perfeccionamiento de la metodología de cálculos de la planificación económica que permite la aplicación de procedimientos matemáticos.

Si se conservan los métodos tradicionales de cálculo de la planificación, la utilización de computadores electrónicos no haría más que acelerar la realización de los cálculos, pero no permitiría eliminar en modo alguno las insuficiencias básicas que presentan tales métodos. La máquina no puede realizar el análisis cualitativo de los problemas, único susceptible de proporcionar una forma adecuada de cálculo. Tampoco puede proceder a un examen profundo de todas las variantes posibles.

En cambio, un método de planificación óptima fundamentado científicamente, basado en una formulación precisa y proporcionando una formulación matemática completa de los problemas económicos, puede admitir una inmediata utilización de computadores electrónicos a pesar del volumen y grado de complejidad que puedan representar los cálculos.

BIBLIOGRAFIA RELATIVA A LOS APENDICES I Y II

1. L. V. KANTOROVICH, "Métodos matemáticos de organización y planificación de la producción", ediciones de la Universidad de Leningrado, 1939, 67 páginas. (*Mathematicheskiye metody organizatsiyi i planirovaniya proizvodstva.*)

2. A. TOLSTOI, "Métodos de eliminación de transportes no racionales en la planificación", *Sotsialisticheskii Transport,* 1939, número 9, p. 28-51.

3. L. V. KANTOROVICH, "Sobre el desplazamiento de masas", "Memorias de la Academia de Ciencias de la URSS" (*Dokl. Akad. Nauk. S.S.S.R.*), 1942, t. 37, número 7-8, p. 227-229.

4. L. V. KANTOROVICH y M. K. GAVURÍN, "Aplicación de métodos matemáticos a los problemas de análisis del transporte", en "Problemas de incremento de la eficacia en los transportes" (*Problemy povysheniya effektivnosti raboty transporta*), ediciones de la Academia de Ciencias de la URSS, 1949, p. 110-138. (Nota redactada en 1940 y citada en [3].)

5. L. V. KANTOROVICH y V. A. ZALGALLER, "Cálculo del corte racional de las materias industriales". Ediciones de Leningrado, 1951, p. 198. (*Raschet ratsional'nogo raskroya promyshlennykh materialov.*)

6. V. A. ZALGALLER, "Nuevas consideraciones sobre la composición de las entregas por deuda de bolas", edición del Trust "Senzaples", Leningrado, 1956, 67 páginas. (*Novoye v sostavlenij postavov dlya raspilovki breven.*)

7. G. Sh. RUBINSTEIN, "Un problema sobre el punto límite de intersección de una línea con un poliedro". Memorias de la Academia de Ciencias de la URSS. 1955 t. 100, número 4, p. 627-630; "Generalización del problema del punto límite", memorias de la Academia de Ciencias de la URSS, 1957, t. 113, número 5, p. 987-900.

8. L. V. KANTOROVICH, "Métodos de análisis de algunos problemas de extremos en la planificación económica". Memorias de la Academia de Ciencias de la URSS, 1957, t. 115, número 3, p. 441-444. (Los resultados fundamentales fueron presentados a la sesión científica de la universidad de Leningrado el 12 de mayo de 1941.)

9. T. C. KOOPMANS (editor), *Activity Analysis of Production and Allocation,* Wiley, Nueva York, 1951.

10. H. W. KUHN y A. W. TUCKER (editores), *Linear Inequalities and related systems, Ann. Math. Studies,* Princeton, 1956, número 38.

ÍNDICE DE MATERIAS

Ajustes, ver Multiplicadores, Plan

Análisis
económico 163, 262
de la eficiencia 211
de los gastos de trabajo 102
input-output XV
del plan corriente 202, 268
del transporte 295

Asignación
de los bienes de producción 49
y evaluaciones o. d. XVII
programa de 13, 234, 268
del trabajo XX

Cálculo
económico 7, 128, 226
y eficiencia 179

Capitalismo 143, 154 n, 186, 198, 264 n

Coeficiente de
déficit 78
reducción 156, 158

Computadores eléctrónicos 302

Conclusiones
1 y 2: 19
3: 22
4: 24
5: 26
6: 35
7: 36
8: 38
9: 39
10: 42
11: 48
12: 57
13: 58
14: 59
15: 65
16: 67
17: 73
18: 79
19: 89
20: 100
21: 116
22: 118
23: 149
24: 156
25: 162
26: 163
27 y 28: 193

Consumo y ahorro XVIII

Conversión a un intervalo común 156, 162, 207, 214

Costes
eficiencia basada en los 213, 216
y evaluaciones o d. XVIII
indirectos XVIII, 206
período de recuperación de los 158, 214, 223
relativos y de producción 132
en términos de trabajo medio 258

Depreciación
contabilidad 171
obsolescencia 197

Eficiencia
nivel de 189
normal 148, 152, 186, 193, 207, 225

Elección de los bienes de producción 43, 49

Equipo, uso eficiente del 81, 90
y ver Evaluación locativa del

Escuela de Lausana XIX

Evaluaciones
del alquiler V, 9.
condicionales, véase Multiplicadores
eficiencia normal 207
elección de las 27
del equipo 144
dinámicas y normales 163, 167, 195, 203, 254
normales 195

objetivamente determinadas V, 9.
a priori XVII, 20, 22
de la producción V, 9.
de la renta 257
del trabajo 71

Evaluación locativa, XVII, 83, 89, 145, 193, 257

Evaluaciones objetivamente determinadas (o. d.) XVI, 9, 17, 20
aplicación de las 38, 64, 122, 128
cálculo de las 133, 135
cambios en las 159
carácter concreto y dinámico 9, 34
dependencia de la demanda XX
desviaciones de las 195
doble límite de las 290
estabilidad de las 36, 256
y la modificación de los objetivos 132
no constituyen un elemento de coste XVII
parciales 133
peculiaridades de las 34
realidad de las 37
de los recursos sobreabundantes XVIII
sistema general de 120
véase Eficiencia normal

Excedente 154 n

Factores de producción 54
evaluaciones o. d. de los 35, 36, 37, 57

Función del bienestar XIX

Gasto
clases de 14
convencional XVII

Índices XIV, 131, 199, 202, 205, 207, 257

Índices estadístico-económicos 129

Índices para empresas 257

Input-output XV, 248

Inversiones
a corto plazo 144
criterios de selección de las 144
eficiencia de las 143, 149, 156, 163, 175, 206, 209, 211
a largo plazo 169
satélites 211

Matrices 279
input-output 248
teoría de los juegos XIV

Métodos
matemáticos 234
numéricos 268

Método Simplex XIV

Modelos
para el cálculo de las evaluaciones o. d. 135
físicos 294
matemáticos 262
de planificación corriente 244
de planificación a largo plazo 201
de producción de Leontief 250

Multiplicadores XIV, XVI, XVII, 218, 238, 285

Norma de beneficios 186, 193

Objetivos de producción, ver Proporción establecida

Plan
ajustes del 29, 202, 275
análisis del 136
a corto plazo 119, 148, 244
elaboración del 173, 199, 243
a largo plazo 119, 169, 199, 201
realizable 244
variaciones del 255

Plan óptimo XVIII, 15, 18, 132
análisis del plan en curso 201
condiciones para el 26, 57, 235, 238, 244, 245
evaluaciones o d. y 20, 62
incentivos para la superación 206
métodos de obtención del 26, 138
soluciones aproximadas 288
véase Plan

Plan de siembra 95, 102

Precios
como criterio de eficiencia 213
formación de los XX, 130, 218
de los libros 189 n
teoría marxista de los 213

Problemas dinámicos 253, 297

Programación lineal XIII

Producción
base 119
bruta y neta 18 n, 165
compleja 252
y evaluaciones 46, 59, 193, 195
y evaluaciones o. d. XVI
procedimientos productivos 122

Proporción establecida 24, 237

Recursos
deficitarios XVI, 75, 159
naturales 95
véase Plan de siembra

Renta diferencial 97, 198, 257

Rentabilidad, principio de la, XVIII, 19, 22, 121 n

Tarifas de ferrocarriles 112

Trabajo
costes en términos de, 258
evaluación del 71
como factor de producción 69
gastos necesarios en 18
productividad del XVIII, 59
teoría del valor XIX, 107

Transporte
cargas, clasificación de 108
planificación del 107
problemas del 251, 271

Variantes 172, 211

ÍNDICE DE AUTORES

Alibekov, A. M. 164 n.
Antonov, O. 221 n.
Atlas, Z. V. 224.

Bakuliev, G. D. 211.

Chujanov, Z. F. 215, 222, 227.

Dantzig, G. XIV.

Engels, F. 133 n.

Gavurin, M. K. 118 n., 303.
Gorbunov, V. I. 164 n.

Iushkov, L. P. 224 n.

Jachaturov, T. S. 223, 226, 227.

Keyserling, L. 5 n.
Koopmans, T. C. XIV, 303.
Kozlov, F. R. 169 n.
Kuhn, H. W. 303.
Kurakov, I. G. 212 n.

Lenin, V. I. 1, 262, 265.
Leontief, V. V. XV, 248, 250.
Levin, I. M. 212.
Luré, A. L. 225 n.

Malyshev, I. S. 213, 218.
Marx, K. 88 n., 199 n.

Notkin, A. I. 223.
Novojilov, V. V. 214 n., 224.

Orlov, P. 211 n.

Protodiakonov, M. M. 172 n.

Romanov, I. 211 n.
Rubinstein, G. Sh. 303.

Strumilin, S. G. 222.
Styrikovich, M. A. 227.

Tolstoi, A. 303.
Tucker, A. W. XIV.

Vaag, L. A. 213, 214 n., 219, 223.

Zalgaller, V. A. 303.
Zasiadiko, A. F. 171

L. V.
KANTOROVITCH

ASIGNACION
OPTIMA
DE LOS
RECURSOS

658.15
K 16a

ED.ORG
REC.

SIBUNA
BC038766